DIE NATURWISSENSCHAFTEN

1. Jahrgang. 4. Juli 1913. Heft 27.

Über die Begutachtung der englischen Parlaments-Kommission betreffend die Systeme für drahtlose Telegraphie bei großen Entfernungen.

Von Dr. G. Eichhorn, Zürich.

Vom englischen Parlament beziehungsweise dem Postmaster-General wurde bekanntlich vor einiger Zeit eine Studienkommission ernannt, um die verschiedenen Systeme *(Telefunken, Marconi, Poulsen, Goldschmidt, Galletti)* hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit für große radiotelegraphische Reichweiten zu studieren und gemeinschaftlich mit der Admiralität darüber zu berichten. Dieser Bericht ist kürzlich erschienen und wurde von der englischen Fachpresse, deren Äußerungen sich dann natürlich auch in der Tagespresse wiederspiegelten, dazu benutzt, um tendenziös entstellte Angaben zugunsten des englischen Marconisystems und zuungunsten des deutschen Telefunkensystems in die Welt zu setzen. So schreibt z. B. die englische Zeitschrift *Nature:*

The report is strictly limited to practical considerations, and deals with matters of engineering rather than of scientific interest. From the point of view of the building of stations for immediate operation in the Imperial wireless scheme, the report is owerwhelmingly in favour of the Marconi Company, not only on account of its plant, but also on account of its experience.

Für das große englische Publikum erstrahlt also jetzt auch hier wieder der bekannte jedem Engländer eingeborene Dünkel von der Glorie des „English" in neuem Lichte und die Götter kämpfen aufs neue vergebens gegen anscheinend Unausrottbares.

Jedem Fachmann ist demgegenüber bekannt, zunächst, daß das im letzten Jahrzehnt von *Marconi* verwendete System prinzipiell nichts anderes ist als eine Nachahmung des deutschen Systems von Prof. *F. Braun* und ferner, daß die moderne Entwicklung des letzteren zu dem neuen *Telefunkensystem* der sogenannten *tönenden Löschfunken* nach Prof. *M. Wien* einen so enormen Fortschritt bedeutet, daß das Marconisystem dagegen weit zurücksteht. Es ist also in erster Linie *deutsche* Arbeit, welche zu den großen Leistungen der modernen Radiotechnik geführt hat, und das deutsche Telefunkensystem steht sowohl in wissenschaftlicher wie technischer Hinsicht an der Spitze. Angesichts dieser Tatsache ist es sehr bedauerlich, daß ein Teil der deutschen Presse *kritiklos* die Äußerungen der englischen Presse in der vorliegenden Angelegenheit nachgedruckt hat.

Demgegenüber ist nun festzustellen, daß es sich nur um tendenziöse Entstellungen seitens der *Presse* handelt und es ist anzuerkennen, daß die englische Kommission selbst systematisch und objektiv bei ihrer Arbeit vorgegangen ist. Ihre Aufgabe bestand darin, festzustellen, welche Gesellschaften in der Lage sind, kommerzielle drahtlose Verbindungen vorzuführen, deren technische Leistungen ganz bestimmten, für das englische Projekt in Frage kommenden Bedingungen entsprechen. Die Kommission hatte deshalb auch bei der *Telefunkengesellschaft* angefragt, ob sie bereit sei, den Nachweis gewisser Leistungen zu erbringen. Die *Telefunkengesellschaft* mußte dies ablehnen, da keine geeignete Gegenstation zum Verkehr mit der Großstation *Nauen* auf 2000 Meilen Entfernung zur Verfügung stand und in der verfügbaren Frist nicht beschafft werden konnte. Deshalb besichtigte die Kommission lediglich *Nauen*, ohne Entfernungsversuche vorzunehmen, und hat in ihrem Gutachten dem technischen Stand des Telefunkensystems gegenüber den übrigen radiotelegraphischen Sytemen volle Gerechtigkeit widerfahren lassen. Wenn das Gutachten besagt, daß die Kommission sich von dem kommerziellen Arbeiten des Marconisystems auf 2300 Meilen überzeugen konnte, während Telefunken ihr eine solche Leistung nicht vorzuführen in der Lage war, *trotzdem Nauen erfolgreiche Versuche auf 4000 Meilen gemacht habe*[1]), so will also die Kommission keineswegs eine Minderwertigkeit des Telefunkensystems verkünden. Sie will lediglich die Tatsache feststellen, daß die seit Jahren im Besitze der *Marconi Company* befindliche und gut arbeitende Verbindung Irland—Canada (2300 Meilen) im Betrieb besichtigt werden konnte, während der Kommission in Deutschland bei *Telefunken* eine unter ähnlichen Bedingungen arbeitende Verbindung nicht vorgeführt worden sei. Daß nach dem Telefunkensystem auf der ganzen Welt ebenso viel Stationen ausgerüstet sind und mindestens ebenso gut arbeiten, wie solche nach dem Marconisystem, ist der technischen Kommission durchaus bekannt und von ihr anerkannt worden. Es befinden sich darunter aber keine zwei Stationen in genau der von der Kommission geforderten Entfernung und Betriebsweise, ebensowenig wie nach dem Marconisystem außer den beiden geprüften transatlantischen Stationen zwei weitere existieren, die diesen Vorschriften entsprechen.

Wie in der gesamten Technik, so steht auch in der Radiotechnik Deutschland in keiner Weise hinter dem Ausland zurück, hat vielmehr, wie oben angedeutet, in mancher Hinsicht die Führung. Da wäre es denn wirklich doch die höchste Zeit, daß sich auch in Deutschland in breiteren Schichten endlich etwas mehr von einem durch Kraft und Leistungen motivierten Selbstbewußtsein zeigen möge, das es verhindert, daß man englische Überhebung kritiklos hinnimmt und sich sogar, leider nur zu häufig, noch von ihr imponieren läßt.

---

[1]) Vgl. auch die Notiz in Heft 22 S. 536 über die neue funkentelegraphische Verbindung zwischen Deutschland und Amerika (6500 km).

Die Arbeiten der Carnegie-Institution an der magnetischen Aufnahme der Erde.

Von Dr. A. Nippoldt, Potsdam.

Eine der größten Abteilungen der von *Andrew Carnegie* begründeten und nach ihm benannten Anstalt zu wissenschaftlicher Forschung bildet das „Department Terrestrial Magnetism". Eine seiner Hauptaufgaben besteht in der Vollendung einer magnetischen Aufnahme der Erde, ein an sich schon großartiges Unternehmen, das durch die Art, wie sein Plan angelegt und wie er durchgeführt worden ist, wohl einzig dasteht, so daß es für alle ähnlichen weltumspannenden wissenschaftlichen Aufgaben, die in Angriff zu nehmen uns noch bevorsteht, nur mustergültig sein kann. Gerade eben ist der erste Band[1]) einer neuen, amtlichen Veröffentlichungsreihe dieses Departments erschienen, deren Gesamtheit die endgültigen Werte der an den verschiedenen Orten der Erde gemessenen erdmagnetischen Elemente bekanntgeben soll, soweit sie mittelbar oder unmittelbar durch die Carnegie-Institution ermittelt worden sind. Da auch mit Ablauf dieses Jahres ein vorläufiger Abschluß der magnetischen Vermessung der Erde erreicht werden wird, so ist es wohl an der Zeit, auch einem weiteren Kreise von deutschen Naturforschern über den Aufbau des Planes und die Art seiner Durchführung Aufklärung zu verschaffen.

Zuvörderst sei an die Spitze unserer Ausführungen die Bemerkung gestellt, daß Ausarbeitung des Planes, Schaffung und Leitung des Departments, Organisation der Vermessungsreisen, Durchführung der Verarbeitung der einlaufenden Beobachtungen, Drucklegung derselben, die Konstruktion zum Teil ganz neuartiger Instrumente, wie überhaupt die Regelung einer jeden Teilaufgabe ganz und ausschließlich die Leistung eines einzelnen Mannes gewesen ist: des Amerikaners *Louis Agricola Bauer*, dem daher jüngst die Berliner Gesellschaft für Erdkunde mit wahrer Berechtigung die hochbewertete Neumayermedaille verleihen konnte.

Gauß war es, der zuerst die magnetischen Erscheinungen, welche wir auf der Erdoberfläche wahrnehmen, durch eine Theorie zu fassen wußte. Bei der Prüfung derselben fehlte es ihm aber an einer ausreichenden Menge gleichmäßig verteilter, guter Beobachtungen. Umgekehrt regte schon damals der Besitz einer brauchbaren Theorie viele namhafte Gelehrte an, neue Vermessungen vorzunehmen oder zu veranlassen. Als Vertreter der ersteren möchte ich besonders des Berliner Privatdozenten *Adolf Erman* gedenken, der um 1830 eine vollkommene Erdumsegelung ausführte, um dabei zu Land, wie auch zu Wasser zahlreiche magnetische Messungen vorzunehmen. Ein Vertreter der anderen Klasse Gelehrter war *Alexander von Humboldt*, dessen Verdienste um den Erdmagnetismus wohl allgemein bekannt sind.

Trotz dieser nie erlahmten Bestrebungen, die Verteilung der erdmagnetischen Elemente über die Erde genauer zu erforschen, kam man doch nur langsam vorwärts, so daß, als *Ad. Schmidt* für den Zeitpunkt 1885 eine neue Berechnung an Hand der Theorie von *Gauß* vornahm, gewisse theoretische Fragen immer noch nur mangelhaft beantwortet werden konnten, da immer noch gar zu große Teile der Erdoberfläche ohne jede magnetische Beobachtung dalagen.

Ein Forscher, der dies ganz besonders empfand, war *L. A. Bauer*. In einer Reihe von Abhandlungen über die Trennung von normaler und anormaler Magnetisierung der Erde, über die Durchdringung ihrer Oberfläche durch vertikale elektrische Ströme, über die Biegung und Verdrehung der magnetischen Achse der Erde, über die Abnahme ihres magnetischen Momentes mit der Zeit, über die Wanderung der Achse im Laufe der Jahrhunderte und ähnliche Fragen gelang es ihm nie, zu einer ihn vollkommen befriedigenden Lösung zu kommen, da die ungleiche Vermessung der Erde ein ewiges Hindernis abgab. Als 1901 durch die Freigebigkeit *Carnegies* die Möglichkeit gegeben war, an die Beseitigung des lästigen Zustandes heranzutreten, entwarf *L. A. Bauer* sofort einen eingehenden Plan zu weltmagnetischen Forschungen und reichte ihn im Januar 1902 den Vertrauensleuten (trustees) der Institution ein.

Zu den Hauptaufgaben der von *Bauer* vorgeschlagenen Abteilung für Erdmagnetismus gehörte die magnetische Vermessung aller jener Teile der Erde, deren Bereisung nicht zu dem Arbeitsgebiet eines der schon vorhandenen Observatorien gehörte. Wenn man allein die Landflächen betrachtet, war dies schon der größte Teil der Erdoberfläche, denn die magnetischen Observatorien sind zwar in Europa sehr dicht, sonst aber recht dünn und ungleich gesät; wenigstens war dies so, als *Bauer* seinen Plan entwarf. Seitdem sind an wichtigen Stellen eine große Zahl neuer entstanden, aber man kann ruhig sagen, daß dies nicht zum wenigsten eine Folge der Errichtung der magnetischen Abteilung der Carnegie-Institution gewesen ist.

Bauers Vorschlag wurde angenommen, im Dezember 1903 wurde die genannte Abteilung gegründet und ihre Leitung *L. A. Bauer* übertragen — zunächst im Nebenamt.

Eben von Berlin zurückgekommen, wo er seine Studien abgeschlossen hatte, war nämlich *Bauer* sofort in seinem Heimatlande tätig gewesen, um zunächst in kleinem Maßstabe sein Teil dazu beizutragen, die magnetische Vermessung der Erde zu vervollständigen, indem er 1896 begann, den Staat Maryland magnetisch aufzunehmen, vorerst als persönliches Unternehmen, das Jahr darauf schon im Auftrag der *Coast and Geodetic Survey*. Diese erhielt eine eigene magnetische Abteilung, deren Leiter *Bauer* wurde. Die übernommenen Arbeiten in diesem Amt gestatteten ihm nicht, sofort an die Carnegie-Institution überzusiedeln, hatte er doch mittlerweile die magnetische Aufnahme aller der unter nordamerikanischer Jurisdiktion stehenden Länder in die Wege geleitet und die vier Ober-

[1]) *L. A. Bauer*, „Land Magnetic Observations, 1905 bis 1910". Researches of the Department Terrestrial Magnetism, Washington, D. C. 1912, 4°. 185 S.

vatorien in Honolulu, Puerto Rico, Baldwin (Kansas) und das Haupt- und Basisobservatorium in Cheltenham (Maryland) errichtet und in Betrieb gebracht. Dafür waren diese Arbeiten ihm auch eine vorzügliche Vorbereitung für die große Aufgabe, vor die er sich jetzt gestellt sah.

Da unser Planet nun einmal so stiefmütterlich mit festem Lande bedacht ist, so waren die größten Lücken in der Verteilung magnetischer Messungen durch die Weltmeere entstanden; es galt daher vor allem, auf diesen weiten Flächen Beobachtungen vorzunehmen. Es braucht nur darauf hingewiesen zu werden, mit welcher Sorgfalt der Physiker die Aufstellung seiner magnetischen Instrumente vor Erschütterungen sichert, um sich vor Augen zu führen, wie schwierig es sein muß, auf schwankem Schiffe zu guten Beobachtungen zu gelangen. Zwar haben die Bedürfnisse der Schiffahrt den Menschen schon früh gelehrt, magnetische Bestimmungen an Bord zu machen, allein es handelte sich hier stets nur um die Deklination, jetzt aber galt es alle Elemente zu beobachten und zwar mit einer für die Zwecke der Forschung genügenden Genauigkeit. Alle Schiffsmessungen litten an dem störenden Einfluß des Schiffseisens auf die Instrumente. *Bauer* erwarb daher ein recht wenig mit Eisen durchsetztes Segelschiff, das nunmehr den Namen „Gallilee" erhielt; es war von 1903 bis 1909 in Gebrauch und hat sehr befriedigende Ergebnisse erzielt. In diesem Jahre aber wurde ein neues Schiff in Gebrauch genommen, das eigens für die Zwecke der Carnegie-Institution gebaut worden war und bis auf den Zylinder der eingebauten Gasmaschine und dessen Stempel kein Eisen enthält. Infolgedessen hat es nicht die Spur einer Deviation, d. h. nicht den mindesten Einfluß auf die magnetischen Messungen.

Dieses Fahrzeug trägt den Namen *Carnegie;* außer durch seine Gasmaschine wird es noch durch sein Segelwerk getrieben. Es ist ein schwimmendes Observatorium und weicht daher in seiner Bauart erheblich von der üblichen ab; seine Konstruktion hat sich vorzüglich bewährt; es hat allein, voll ausgerüstet, 460 000 Mark gekostet.

Ein gut Teil fällt dabei auf die Beschaffung der Instrumente. Einige davon, wie der *Lloyd-Creak*-Dipcircle, der Peilkompaß u. a., lagen beim Antritt der Schiffsreisen schon erdacht und zum Teil auch erprobt vor, aber sie haben dann doch noch an Hand der neu gewonnenen Erfahrungen wertvolle Umänderungen erlitten. Viele Instrumente sind jedoch ganz neu erfunden worden, so daß neben den neuen Beobachtungsschätzen wichtige neue Hilfsmittel der Wissenschaft erstanden sind.

Mit diesen beiden Schiffen sind die Ozeane zwischen 50 Grad nördlicher und südlicher Breite vermessen worden, und zwar derart, daß die verschiedenen Fahrtwege sich mehrfach schnitten; dies gibt die Möglichkeit an die Hand, an denselben Orten in verschiedenen Jahren zu beobachten und so Werte der Säkularvariation zu erlangen. Wie wichtig das ist, ahnte man bei Beginn der Messungen noch nicht, denn man erwartete nicht, daß die Säkularvariation jener Gegenden so ganz anders sei, als sie angenommen war. Mit Erstaunen erschloß man aus den Messungen der Carnegie-Institution, daß auf allen drei großen Weltmeeren die Verteilung der erdmagnetischen Elemente eine ganz andere ist, als sie die amtlichen Karten der Staaten England, Deutschland und Amerika zeigten. Ursache waren falsche Annahmen über die Größe der Säkularvariation, und diese gingen wieder auf Mangel an Beobachtungen in den Zwischenzeiten zurück. Da es *Bauers* Grundprinzip ist, so rasch wie möglich, wenigstens *vorläufige* Ergebnisse der Messungen zu veröffentlichen, so sind jene amtlichen Stellen, welche die beregten Karten herausgeben, jetzt schon in der Lage, ihre Neuausgaben an Hand der Erfahrungen der Carnegie-Institution zu verbessern.

Aber neben den Ozeanen bestehen noch weite Landstrecken, auf denen es an guten Messungen fehlt. Hier hat *Bauers* Plan insofern helfend gewirkt, als die Fachleute bei ihren Regierungen nunmehr ein offeneres Ohr für ihre Wünsche fanden und mancher alte Plan jetzt zur Ausführung gelangen konnte. Aber viel bleibt noch zu tun, da nicht jedes Gebiet der Fürsorge eines magnetischen Observatoriums sich erfreuen kann. Hier hat das Department helfend eingegriffen und allein oder mit Hilfe ansässiger Privatgelehrter magnetische Aufnahmen zu Land durchgeführt.

Auf diese Weise sind vermessen worden: Algier und die Westküste Afrikas bis herunter nach Liberia, die europäische und die asiatische Türkei, Persien, Turkestan, die chinesische Küste bis tief ins Innere hinein, Westaustralien, Neu-Süd-Wales, Viktoria, Westindien und Zentralamerika, Guayana, der Staat Canada von Britisch-Nordamerika, die Bahamainseln u. a. m. Dazu kommen magnetische Messungen auf einer Anzahl Überlandreisen, wovon einige wie *Beatties* Reise von Kapstadt bis nach Ägypten, der Länge nach durch Afrika hindurch, und *Kidsons* Durchquerung Australiens von Süd nach Nord geographische Leistungen sind. Andere Reisen dieser Art führten von Peking nach dem Pamir, von Toronto nach der Hudsonbai, von Asiniboina nach dem Sklavensee; mehrere Fahrten gingen über den südamerikanischen Kontinent, darunter die Fahrt den Amazonenstrom aufwärts, wobei ein eigens gebautes Motorboot in Anwendung kam. Daneben sind eine ganze Anzahl mehr sporadisch verteilter Messungen bei den verschiedensten Gelegenheiten ausgeführt worden, so durch das jetzt zum Walfänger erniedrigte frühere Expeditionsschiff *Gauß* der deutschen Südpolarexpedition. Rechnet man noch hierzu die ja ebenfalls von *Bauer* eingeleitete magnetische Aufnahme der nordamerikanischen Gebiete einschließlich der Kolonien, so findet man, daß in der Überwachung einer räumlich so weit erstreckten Vermessung durch *einen* Mann eine große Gewähr für innere Vergleichbarkeit der Ergebnisse liegt.

Aber eine magnetische Vermessung der Erde verlangt auch eine Vergleichbarkeit der von anderen Kulturstaaten durchgeführten Aufnahmen mit jener der Carnegie-Institution. Es war daher ein

genauer Vergleich der Instrumente notwendig, auf die sich die absoluten Werte der Observatorien stützen. Die Carnegie-Institution besuchte aus diesem Grunde alle wichtigen Observatorien, um sie mit ihren Instrumenten zu vergleichen. Auch diese Beobachtungen wurden sofort bearbeitet und kritisch geprüft. Das Ergebnis war die Schaffung eines sogenannten „Internationalen Standards", d. h. es wurden für alle absoluten Instrumente solche Konstanten festgesetzt, daß jener Standardwert herauskommt, wenn man mit dem betreffenden Instrumente mißt und die betreffenden Konstanten dabei verwendet. (Für uns interessant ist, daß Potsdam ohne weiteres diesen internationalen Grundwert gibt.) Inwieweit er ein restlos absoluter Wert ist, das können uns erst im strengen Sinne absolute Messungen zeigen, eine Aufgabe, die erst noch vieler Vorbereitungen bedarf, ehe sie mit Aussicht auf Erfolg in Angriff genommen werden kann.

Wie gesagt, haben die Veröffentlichungen der endgültigen Ergebnisse der Tätigkeit des Department Terrestrial Magnetism schon begonnen. Bei dem zielbewußten Handeln Professor *Bauers* ist zu erwarten, daß sein Versprechen erfüllt werden wird, und wir in wenigen Jahren im Besitz einer einheitlichen, gleichmäßigen und guten magnetischen Aufnahme der ganzen Erde sein werden und uns damit endlich in den Stand gesetzt sehen werden, die wichtigen, großen Probleme des irdischen Magnetismus befriedigend zu lösen.

Die Sensibilitäten des menschlichen Organismus.

Von Dr. Otto Veraguth, Zürich.

Die Sensibilitäten überragen die anderen Sinnesfunktionen des menschlichen Organismus an biologischer Wichtigkeit. Alltäglicher Beleg hierfür ist die bekannte Rolle des Schmerzes als eines unersetzlichen Hüters der Gesundheit. Einzigartiger aber zwingender Beweis für die bevorzugte Eignung der Sensibilitäten als des allein genügenden Mittels zur Höchstentwicklung des Gehirnes durch Außenweltreize ist die blinde und taube *Helen Keller*. Daß die Sensibilitäten in stärkerem Maße als Gesicht und Gehör die Entstehung der Grundbegriffe unseres Denkens, vor allem den des Raumes und der Kraft, vielleicht auch den der Zeit und der Zahl ermöglicht haben, ist zum mindesten wahrscheinlich.

Aber weder die Phänomenologie noch die Theorie der Sensibilitäten sind auch nur einigermaßen befriedigend abgeklärt. Es herrscht denn auch in den Bezeichnungen und Begriffsumschreibungen auf diesem Gebiete noch große Unordnung. Es sei nur auf die Mehrdeutigkeit des Wortes „Fühlen" und die Unklarheit des in ärztlichem Sprachgebrauch noch gäng und gäben Ausdruckes „Muskelsinn" verwiesen.

Für die Umgrenzung der Sensibilität kann man nicht die gleichen einfachen Kriterien anwenden wie für die der anderen Sinnesfunktionen. Wenn „Sehen" definiert werden kann als die Fähigkeit, Lichtwellen innerhalb gewisser Wellenlängen in Seelenenergien umzusetzen, so ist eine analoge Zusammenfassung der *adäquaten Reize* für die Sensibilitäten nicht möglich. Oder, wenn „Hören" die Funktion ist, als deren anatomische Grundlage die Zellen des Cortischen Organes eine der unerläßlichen Bedingungen sind, so wissen wir wenigstens heute noch für die Sensibilitäten nur kümmerliche Analoga in Gestalt der offenbar bei weitem noch nicht durcherforschten *Rezeptorenorgane* zu einer entsprechenden Definition herbeizuziehen. Oder, wenn wir von der *Anatomie des zuleitenden Nerven* ausgehen und z. B. feststellen können, daß „Riechen" diejenige afferente Tätigkeit sei, welche durch die Riechfäden in das Gehirn geleitet werde, so kann die entsprechende Definition der Sensibilitäten, als der Afferenzen, die durch die Spinalganglien und ihre Analoga am Kopf zentralwärts fließen, nur mit Reserve angenommen werden; denn damit schließen wir zu Unrecht einen nicht unwesentlichen Teil des Sympathicusnetzes von dem Gesamtbegriff der sensiblen Bahnen aus. Völlig unhaltbar ist jede Begriffsbestimmung, die nur das als Sensibilität gelten lassen will, was bewußt als spezifische Gefühlsempfindung in die Seele tritt. Übrigens kann keine unserer Sinnesfunktionen von einem solchen *subjektiven Gesichtspunkt* aus erschöpfend definiert werden.

Zum praktischen Zweck einer Besprechung muß man also per exclusionem den Sensibilitätsbegriff einigermaßen einzukreisen versuchen. Veranlassung dazu ist die Vieldeutigkeit schon des Wortes „sensibel". *Alle* Zellen des Organismus sind in frühestembryonalen Stadien für die Wechselwirkung von anderen Zellen her *(Roux)* sensibel. Auch spricht man, beim postembryonalen Organismus, von einer Sensibilität der Zellen und Zellgruppen für chemische Reize, z. B. für die Produkte der Drüsen innerer Sekretion. Diese Sensibilitäten können wir uns aber alle denken ohne das Mittelglied einer *nervösen Übertragung*. Letztere sei also zunächst als das charakteristische Kriterium der Sensibilitäten im engeren Sinne gefordert. Von diesem Standpunkte aus können wir ein Schema zeichnen, das die bis jetzt bekannten Nervenbahnen durch das sympathische und das cerebrospinale Nervensystem bis in die Gegend der Großhirnoberfläche, wo die Endausbreitungen dieser Bahn anzunehmen sind, zusammenfaßt. Dann ist die gesamte anatomische Grundlage angedeutet, deren Intaktheit für die sensiblen Sinnesleitungen notwendig ist. Dieses anatomische Übersichtsschema gibt uns dann eine ungefähre Umgrenzung dessen, was man die Sensibilitäten im engeren Sinne heißen kann. Entwicklungsgeschichtlich würde dazu wohl auch die Labyrinthfunktion zu rechnen sein. Allein diese bietet ein an sich schon so kompliziertes Problem, daß eine solche Belastung der Gesamtfragestellung beiseite zu lassen vorteilhafter ist.

Was hiernach noch übrig bleibt, verlangt in seiner Vielgestaltigkeit Einteilungen, um übersichtlich zu sein.

Für die gewöhnliche Erfahrung und für die praktische Untersuchung der Sensibilitäten am gesunden und kranken Menschen präsentieren sich die verschiedenen Einzelarten der Sensibilitäten meist in kombinierter Erregung. Gewisse gleichzeitige Sensibilitätskombinationen sind überhaupt meist nur als solche subjektiv und objektiv wahrnehmbar (Beispiele: Gefühl der Eigenbewegung eines Körperteiles). Andere können analysiert werden, und dieser Möglichkeit zufolge lassen sich die Sensibilitäten zunächst in zwei große Gruppen: *einheitliche* und *zusammengeordnete Sensibilitäten* einteilen.

Die einheitlichen gestatten eine Vertiefung der Analyse nach zweierlei Kriterien: wie jede Sinnestätigkeit, so haben auch die Sensibilitäten eine objektive und eine subjektive Erscheinungsseite. Die folgende Tabelle zeigt die

einheitlichen Sensibilitäten

eingeteilt nach

a) objektiven Kriterien:

1. nach Qualität des adäquaten Reizes,
2. nach Herkunft des adäquaten Reizes,
3. nach Lage der Rezeptionsorgane,
4. nach Lage der Antwortorgane;

b) subjektiven Kriterien:

1. nach Empfindungsqualitäten,
2. nach Assoziationsvalenz,
3. nach Affektivvalenz,
4. nach Bewußtbarkeitsgraden.

Die Betrachtung der Sensibilitäten nach der Verschiedenheit der *adäquaten Reize* erlaubt diese letzteren in eine Reihe zu stellen, welche nach physikalischen Gesichtspunkten geordnet ist. Sie beginnt mit Kräfte-Einwirkungen, mit *einem* Maximum (1. Druckreiz); dann folgen solche mit vielen Maximis, und zwar zunächst solche mit unregelmäßiger Folge der Maxima (2. der Druckreihenreiz, 3. die Elastizitätsbeanspruchungsreize), dann solche mit regelmäßigem Maximalrhythmus, und zwar mit zunehmender Geschwindigkeit (4. Vibrationsreiz, 5. die elektrischen Reize, 6. die Minustemperaturreize, 7. die Indifferenztemperaturreize, 8. die Plustemperaturreize) und schließlich die Reize zufolge Einwirkung molekularer Bewegungen in Form der chemischen Reize. Vielleicht gibt es noch andere Reize, welche sensible Funktionen des menschlichen Organismus auslösen (ultraviolette Strahlen? Röntgenstrahlen?). Die Tatsache, daß wir solche Einwirkungen nie bewußt empfinden, spricht nicht dagegen, jeder Hautausschlag, der nach solchen Einwirkungen einsetzt, aber dafür, sofern wir, was nur konsequent ist, die nur innerhalb des peripheren Sympathicusnetzes zentralwärts geleiteten Afferenzen auch als Sensibilitäten betrachten wollen.

Das einwandfreieste Instrument zur Anbringung von *Druckreizen* auf der Körperoberfläche ist dasjenige nach *v. Frey* — ein in seiner abbiegbaren Länge abstufbares Roßhaar. Mit der Wage kann das Gewicht kontrolliert werden, welches der Stauchung der betreffenden Haarlänge entspricht; der Querschnitt der Reizendfläche ist so klein, daß er praktisch als Punkt betrachtet werden kann. Mit diesem Untersuchungsmittel können die „Druckpunkte" der Körperoberfläche abgetastet werden. Es ist leicht sich durch ein paar Versuche von der ungleichmäßigen Verteilung der Druckpunkte auf der Haut und den erreichbaren Schleimhäuten zu überzeugen. Zwischen den Druckpunkten stellt das Reizhaar beträchtliche Strecken normaler Unempfindlichkeit für derart angebrachte Reize fest. Die gewöhnliche klinische Prüfung der Oberflächenempfindung (sog. Berührungssensibilität) geschieht mit Mitteln, die viele Druckpunkte auf einmal oder deren viele nacheinander reizen. Alle diese Formen des Druckreizes kann man unter dem Namen des *„Druckreihenreizes"* zusammenfassen. Dazu gehört wohl auch die biologisch zweifellos wichtige Sensibilität der Gelenkkopf- und Gelenkpfannenflächen. Biegen wir ein Gelenk, so werden auf der Beugeseite der beiden, durch den negativen Druck im Gelenk fest aneinander gepreßten Flächen bei jeder Verschiebung eine neue Reihe von Druckpunkten erregt.

Druck aus der Außenwelt, der durch die unverletzte Oberfläche hindurch auf tieferliegende sensible Organe wirkt, kann naturgemäß nur mit einem Instrument von etwas größerer Angriffsfläche experimentell, d. h. unter gleichzeitiger Kontrolle der angewendeten Druckkraft ausgeübt werden. Unter den bisherigen Erfindungen dürfte der Druckmesser von *Head* der beste sein: ein Stempel von rundem Querschnitt von etwa ¼ cm², dessen Aufdrücken auf den Körper in einer Metallhülse eine Feder komprimiert; der Druck auf die Feder wird in mm abgelesen.

Eine der biologisch wesentlichsten Gruppen der adäquaten Reize faßt der Sammelname der *Elektrizitätsbeanspruchungsreize* zusammen. Ordnen wir die nicht flüssigen Bestandteile unseres Körpers nach ihrer Elastizität in eine Reihe, so stehen an deren einem Ende die Muskeln, als die Gewebe, deren biologische Haupteigenschaft ihre Zusammenrichtbarkeit und Dehnbarkeit ist; am andern Ende die starren Knochengebilde etwa des Felsenbeines. Für die Elastizitätsbeanspruchung aller dieser Gebilde haben wir, in ungleich dichter Streuung, unsere Sensibilitäten. Von den einen aus gelangen bloß die Spannungsbelastungsreize in höhere physische Sphären (Bauchfell), von den andern aus jegliche Elastizitätsbeanspruchungsreize von einer gewissen Größenordnung an; am dichtesten treffen wohl die Rapporte von den elastischen Muskelveränderungen in den zentralen Instanzen, wenn auch nicht in den höchsten Bewußtseinsstufen ein.

Für die *Vibrationsreize* haben wir eine Quelle im eigenen Körper — die Stimmbildung im Kehlkopf und den Resonanzorganen. Aber auch anderwärts wird Vibration als solche empfunden, und zwar vornehmlich in den Knochen. Einem experimentellen Studium zugänglich wird diese Sensibilität durch Anwendung von Stimmgabeln, die mit einem verbreiterten Fuß in schwingendem Zustand auf die fraglichen Stellen aufgesetzt werden.

Als *elektrische Reizqualitäten* sind bis jetzt zur Prüfung von Sensibilitäten angewendet worden der galvanische Strom mit Intensitätsschwankungen, der faradische (primäre und sekundäre) und der Sinusoidalstrom. Diese Reize haben den Vorteil feiner und fein kontrollierbarer Abstufbarkeit, aber den Nachteil einer von vielen Umständen (Stromdichte, Stromdauer, mit der Elektrolytenvariation in den leitenden Körpergeweben variierender Hautwiderstand) hochgradig abhängigen Anwendungsweise.

Die adäquaten Temperaturreize unterscheiden wir in drei Stufen: die *Indifferenztemperaturreize* — d. h. solche, die wir bewußt nicht empfinden, und anderseits durch *höhere* und *niedrigere* Temperaturreize. Diese psychozentrische Einteilung läßt keine festen Zahlen aufstellen, weil die Indifferenzbreite nach Individuum, und beim gleichen Individuum nach Adaptation innerhalb ziemlicher Grenzen schwankt. Natürlich ist auch jede Temperaturreizanwendung nur dann zur Erforschung der einheitlichen Sensibilitätsqualität brauchbar, wenn das Reizinstrument kleinflächig auf das zu untersuchende Gewebe aufgesetzt werden kann. Obwohl die bisherigen Instrumente nicht ganz einwandfrei sind, haben die Untersuchungen doch schon eine Anzahl wichtiger Tatsachen zutage gefördert. Daß die Hautoberfläche ungleich dicht gestreute Kälte- und Wärmepunkte aufweist, ist wohl vorderhand die wesentlichste.

Die chemischen Reize sprechen die Sensibilitäten der Haut nur da an, wo die schützenden Funktionen der Epidermis es erlauben. Infolgedessen wirken nur intensive chemische Reize durch die Haut hindurch. Anders auf den empfänglichen Ausdehnungen der inneren Oberflächen, wo sie von anders gearteten Membranen in anderer Weise entgegengenommen werden können. Hier berühren sich, was die Reizqualität betrifft, die Sinnesfunktionen des Geschmackes und der Sensibilität.

Dem englischen Physiologen *Sherrington* verdanken wir die Einteilung der einheitlichen Sensibilitäten in *exterozeptive*, *interozeptive* und *propriozeptive* Sensibilitäten. Man kann diese Gruppierung als diejenige nach der Herkunft der Reize bezeichnen. Die exterozeptiven Reize sind solche, welche aus der Außenwelt des Organismus herrühren, diesen auf dessen äußerer Oberfläche oder durch sie in der Tiefe treffen. Unter den interozeptiven versteht *Sherrington* alle diejenigen, deren Angriffspunkte auf den inneren Oberflächen des Körpers sich finden. Was an sensiblen Vorgängen sonst noch im Körper sich abspielt, gehört in den Bereich der propriozeptiven Sensibilitäten, also vor allem die Kontrollrapporte, die aus dem Bewegungsapparat zentralwärts geleitet werden. Die Bedeutung dieser Einteilung liegt darin, daß sie restlos alle Möglichkeiten in sich schließt. Es kann ihr entgegengehalten werden, daß die Scheidung in exterozeptives und interozeptives Feld an den Grenzgebieten zwischen inneren und äußeren Körperoberflächen nicht immer nur nach den Kriterien der Herkunft des Reizes durchgeführt werden kann. Ferner ist nicht ohne weiteres klar, wo die zentrale Begrenzung des propriozeptiven Reizes zu finden ist: sollen alle die zentripetalen Selbststeuerungsvorrichtungen des Bewegungsapparates dazugezählt werden — also auch die zentripetalen Eigenapparate im Zentralnervensystem?

Die Gesamtübersicht der einheitlichen Sensibilitäten nach der *Lage der Rezeptoren* ist begründet auf der Tatsache, daß allen sensiblen wie jeder andern Sinnesbahn spezifische Sinneszellen vorgelagert sind. Sie ist einwandfrei, solange wir uns begnügen mit der Einteilung in *Oberflächen-* und *Tiefensensibilitäten*. Die Schwierigkeiten beginnen mit der genauen Definition der Gebilde, die wir dermaßen einteilen in oberflächliche und tiefgelagerte Empfängerapparate. Sicher ist nur, daß unsere Kenntnisse hierüber noch kärglich sind im Verhältnis zu dem anzunehmenden Reichtum der Rezeptorenanlagen, obwohl die neueren vitalen Färbemethoden die Einblicke wesentlich erweitert haben.

Oberflächensensibilitäten können wir solche heißen, deren Rezeptoren außerhalb der bindegewebigen Membran im Unterhaut-Zellgewebe zerstreut liegen, ferner alle die, deren Rezeptoren in den Schleimhäuten der inneren Rezeptoren eingebettet sind. Schließlich kommen die bloßliegenden Oberflächen der Augen noch dazu. Die Oberflächensensibilitäten der Haut spielen in der Lokalisierung und Erkennung gewisser Nervenkrankheiten eine große Rolle. Seit langem weiß man, daß den Endausbreitungen der Nerven ein gewisser Sensibilitätsbezirk entspricht. Ist in diesem also die Hautempfindung gestört, so schließen wir auf eine Läsion des betreffenden Hautnerven. Durchschneidungsversuche, die *Henry Head, Torren* und *Davis* u. a. an sich selbst gemacht haben, führten auf diesem Gebiet zu weiteren interessanten Einzelheiten, namentlich auch hinsichtlich der Vorgänge bis zur Wiederherstellung der normalen Verhältnisse; doch sind diese Ergebnisse noch weit davon entfernt, befriedigend erklärt zu sein. Im vorigen Jahrzehnt nun hat man auch festzustellen begonnen, welche Oberflächenbezirke in ihrer Sensibilität gestört sind, wenn die Läsion nicht in den peripheren Nerven, sondern in den einzelnen sensiblen Wurzeleintritten oder Segmenten des Rückenmarkes stattgefunden hat. Es hat sich gezeigt, daß diese Felder um den Rumpf herum in zirkulären, an den Extremitäten in längs angeordneten Bändern nachweisbar sind. Dieser Unterschied der Anordnung ist erklärt, sobald man bedenkt, daß beim Embryo die Extremitäten, auf dem Rumpfe vordrängend die betreffenden zirkulären Hautgebiete am Rumpf in der Richtung ihres Wachstums mit sich verschoben. Am Kopfe sind diese Hautbezirke der medulären Sensibilitätsversorgung konzentrisch um die Nasenspitze angeordnet. Von diesen segmentalen Bezirken weiß man, daß sie sich gegenseitig hochgradig überdecken und zwar so, daß zwei Bezirke ihrer zentralen Verbindungen beraubt sein können, ohne die normalen Empfindungsverhältnisse zu verlieren: die benachbarten oberen und unteren zentralen Segmente überdecken den Defekt. Wieder anders ist die Topographie der Oberflächensensibilität, wenn wir

sie in Beziehung zu den sensiblen Instanzen im Gehirn bringen. Eine herdförmige Zerstörung der betreffenden Partien im Gehirn hat zunächst einen halbseitigen Ausfall der Sensibilitäten der entgegengesetzten Körperseite zur Folge; im Verlaufe der Zeit reduziert sich diese in Linien, die an den Extremitäten annähernd zirkulär und, wie *E. Müller* behauptet, am Rumpf in der Längsrichtung verlaufen.

Die Tiefensensibilitäten sind ihrerseits ein Sammelbegriff. Je nachdem, wo wir die Rezeptoren wissen oder doch zu vermuten haben, müssen hier Untergruppen unterschieden werden: wie Muskel-, Sehnen-, Bänder-, Gelenk-, Gefäß- und Eingeweidesensibilitäten. Die Frage, ob alle Organe des Körpers mit diesen Sensibilitäten ausgestattet seien, muß verneint werden. Es gibt eines, dessen mechanische Insultierung vom betroffenen Individuum in keiner Weise als solche gefühlt wird: das Gehirn. Es macht einen merkwürdigen Eindruck, zu sehen, daß man, wie dies etwa zu diagnostischen Zwecken geschehen muß, Hohlnadeln durch kleine, unter bloß oberflächlich wirkender Lokalanästhesie in den Schädel gebohrte Löcher 5—6 cm tief in das Gehirn stoßen kann, ohne daß der Patient etwas davon merkt.

Über die Rezeptoren in den Muskeln und Sehnen haben die letzten Jahre hindurch vitale Färbemethoden wichtige Aufschlüsse zutage gefördert. Besonderen Reichtum an solchen Apparaten scheinen die Muskeln um die Augäpfel herum zu besitzen. Die Gelenksensibilitäten für normale Reizverhältnisse kann man prüfen, indem man die zwei gegeneinander abzubiegenden Gliedteile fest faßt und passiv verschiebt. Unter normalen Verhältnissen fühlt der Untersuchte kleinste Winkelverschiebungen. Es kann sich nun fragen, ob wirklich die Gelenke und Gelenkkapseln die Rezeptoren für den Reiz enthalten? Mit der Methode des bedingten Reflexes ist die Frage bejaht worden *(Kalischer)*: junge Tiere werden dressiert, indem bei jeder ihrer Mahlzeiten passiv immer dasselbe Gelenk bewegt wird. Hierbei wird ihr Magensaft untersucht. Alsbald genügt der associierte Reiz der Gelenkbewegung, um die gleiche Magenfunktion auszulösen. Werden in diesem Stadium alle anderen Gebilde um das Gelenk herum eliminiert, so daß nur die Gelenksensibilitäten durch die passiven Bewegungen gereizt werden können, so tritt die betreffende Magensaftsekretion gleichwohl ein.

Die spezifische Gelenksensibilität als Schmerz kennt jeder, der sich einmal ein verstauchtes Gelenk hat massieren lassen.

Die Sensibilitäten der Gefäße kommen uns unter gewöhnlichen Umständen kaum zum Bewußtsein, wohl aber, wenn, wie dies bei den jetzigen Methoden der Lokalanästhesie oft der Fall ist, bei einer Operation Gefäße eines nicht allgemein Narkotisierten gefaßt und unterbunden werden. Selbstbeobachtungsexperimente von ärztlicher Seite haben spezifische Gefühlsunterschiede für diese und andere normalerweise von der Haut geschützte Gebilde ergeben.

Ein noch wenig abgeklärtes Gebiet sind die Eingeweidesensibilitäten. Von den merkwürdigen Tatsachen, die da festgestellt worden sind, mögen zwei hervorgehoben werden. Das normale Eingeweidebauchfell ist auf Stich und Druck unempfindlich, auf Zug aber sehr empfindlich. Ferner: Schmerzen, deren Ursache z. B. in der Leber liegt, können vom Patienten in der Schulterblattgegend empfunden werden. Diese und ähnliche irradiierte Empfindungen erklärt man sich dadurch, daß die sensiblen Bahnen aus diesen Eingeweiden sich im Rückenmark in Gegenden aufsplittern, in denen auch die sensiblen Nerven aus den schmerzenden Hautstellen ihre Endigungen haben. Da unsere Psyche aber gewöhnlich nur die exterozeptiven Reize bewußt empfindet, projiziert sie Erregungen in dieser Ausgabestelle im Rückenmark in die betreffende Hautgegend, obwohl sie aus den Eingeweiden stammen.

Eine für die Erforschung der Sensibilitätsprobleme ungemein günstige Fragestellung ist die anatomo-physiologische, welche die Sensibilitäten einteilen läßt, je nach der Neuronstrecke, an welcher der sensible Impuls weiter verarbeitet wird. Die der sensiblen Funktion dienenden Neurone haben wie alle anderen die Eigenschaft, empfangene Reize an angeschlossene Gebilde abzugeben. Da wir, was sie abgeben, die Antwort auf den Reiz nennen können, ist diese Einteilung eine solche nach der Lage der antwortempfangenden, oder kurz der Antwortorgane. Diese liegen nun, wenn wir vom peripheren Netz des Sympathicus absehen, alle in den zentralen Massen des Nervensystems. Je nachdem wo diese Stätten sich bilden, können wir die Sensibilitäten einteilen nach Lage der Antwortorgane im Sympathicus, im Rückenmark, im verlängerten Mark, im Kleinhirn, im Thalamus und in der Großhirnrinde. Sensible Erregungen, die bis in die höchsten Instanzen des Nervensystems, bis zu unserem Bewußtsein gelangen, haben *Stufen* von der Peripherie her durchlaufen, und unterwegs auf diesem Gange sind unter Umständen viele andere Antwortorgane aufgerufen worden, die mit dem Bewußtsein nichts zu tun haben. Klare Einblicke in diese Verhältnisse verdanken wir in erster Linie *C. v. Monakow;* damit ist am gründlichsten aufgeräumt mit der alten Auffassung, es sei nur das Sensibilität, was uns als Gefühlsreizung bewußt wird.

Die isolierte sensible Reizung von Antwortorganen im Sympathicusgebiet kommt uns etwa zur Anschauung in Form der Gänsehaut nach Kältereiz oder dergleichen. Die sensible Erregung im Rückenmark gelegener Antwortinstanzen sehen wir in ausgeprägtestem Maße, wenn ein Mensch eine hochgelegene Rückenmarksquerschnittsläsion aufweist, wenn also die mannigfachen Hemmungen namentlich vom Großhirn aus ausgeschaltet sind. Bestreichen der Sohlenhaut ruft dann gesetzmäßige, unter den normalen Hemmungsverhältnissen nicht zu beobachtende motorische Reaktionen hervor. Man sieht auch etwa, daß die Beine solcher Patienten, die für willkürliche Innervationen gänzlich gelähmt sind, nun beispielsweise durch einen Kältereiz hoch am Rumpf zu einer sogenannten Spontanbewegung veranlaßt werden. Auch ist schon fest-

gestellt worden, daß dergleichen Kranke mit der Zeit merken, welche Punkte der Hautoberfläche sie kneifen müssen, um eine Entleerung der Blase, die ihrer Willkür entzogen ist, reflektorisch hervorzurufen.

Sicher sind mancherlei Antwortorgane für sensible Erregung im verlängerten Marke untergebracht. Anatomisch festgestellt ist eine große Umschalterstelle vieler sensibler Bahnen in den sogenannten Hinterstrangskernen am unteren Ende des Rautenhirnes. Eine Reizung medulärer Instanzen dürfte es auch sein, was wir im sogenannten *Mannkopfschen Phänomen* sehen (Pulsbeschleunigung oder -verlangsamung durch plötzlichen heftig einsetzenden Schmerz). Zahlreich sind die sensiblen Reize, besonders propriozeptiver Herkunft, und unter diesen namentlich solche, deren Rezeptoren in Muskeln und Gelenken liegen, die ihre Anschlußorgane im Kleinhirn haben dürften. In diesem mächtigen Gebilde fließen alle die zentripetalen Afferenzen zusammen, deren Intaktheit für die subjektive und objektive Orientierung des Körpers im Raum nötig ist, also neben vielen Sensibilitäten namentlich auch die Labyrinthreize.

Daß im Thalamus opticus eine wichtige Umschaltestation der sensiblen Bahnen vorhanden ist, ist zweifellos festgestellt. Die Antwortorgane, die hier die von unten aufsteigenden sensiblen Impulse entgegennehmen, sind zunächst sicher die Neurone, welche sie weiter kortikalwärts leiten. Aber es ist Grund vorhanden zur Annahme, daß auch anderweitige Anschlüsse für die hier sich aufsplitternden Endigungen der spinalen und Nachhirnneurone sensibler Ordnung sich finden lassen.

Die Ausstrahlungen der sensiblen Bahnen in die Großhirnrinde finden in größter Dichtigkeit im Scheitellappen und in der hinteren Zentralwindung statt. Doch ist anzunehmen, daß damit die Begrenzung des sensiblen Cortexfeldes noch keineswegs gegeben ist. Die Antwortorgane, die hier den sensiblen Neuronen zur Verfügung stehen, sind die ungeheuer zahlreichen Zellen der Hirnrinde in diesen Partien. Hier sind unter anderem die vermittelnden Zellmassen anzunehmen, welche die sensiblen Rapporte zur Steuerung der Großhirnbeeinflussungen unserer Bewegungen einbringen, hier auch alle die Neurone, deren Funktion nötig ist, damit die sensiblen Wahrnehmungen in das Gesamtbild der Gefühlsreizungen der Außenwelt verwoben werden können. Hier taucht die sensible Afferenz in die Komplexität der höheren psychischen Assoziation.

Von der *subjektiven Seite* betrachtet, sind die einheitlichen Sensibilitäten zunächst am leichtesten der Einteilung zugänglich nach der *Qualität der Empfindungen*. Hier ist die Eigentümlichkeit hervorzuheben, daß die Empfindungen durchaus nicht immer den adäquaten Reizen zu entsprechen brauchen. Zunächst machen wir subjektive Unterschiede zwischen Berührung und Druck; objektiv aber betrachtet ist jede Berührung ein mit mehr oder weniger Deformation von Oberflächengebilden einhergehender Druck. Vom subjektiven Standpunkt aus bezeichnen wir als Druck nur das, was sich, mehr oder weniger klar, mit der Vorstellung muskulärer Gegenreaktion, meistens einer Fluchtbewegung vom Reize weg sich verbindet. Das Druckgefühl ist denn auch subjektiv näher verwandt mit dem Schmerz als mit der Berührung. Der Schmerz ist ein rein subjektives Phänomen. Es gibt sogar Oberflächensensibilitäten, die nur als Schmerz zentralwärts geleitet werden, mag der objektiv gleiche Reiz auch an anderen Stellen die affektiv geringst betonte, nämlich die Berührungsempfindung hervorrufen („Berührung" der Cornea). Seit man die Kälte- und Wärmepunkte kennt, weiß man auch, daß sich bei jedem normalen Individuum das Phänomen der paradoxen Temperaturempfindung auslösen läßt: durch Temperaturreize oberhalb der Indifferenztemperatur wird an einzelnen Stellen Kälte-, durch solche unterhalb der Indifferenztemperatur Wärmeempfindung hervorgerufen. Vollends außer direkter Parallele stehen natürlich die Verhältnisse von Reiz und Empfindung in gewissen Fällen von Erkrankung der sensiblen Leitungssysteme, ganz abgesehen von den einfachen Schwellwertserhöhungen und -erniedrigungen. Die Tabes dorsalis bietet in dieser Beziehung eine besonders reiche Auswahl von Verschiebungen gegenüber der Norm. Eine weitere Eigentümlichkeit sensibler Empfindungen ist die gewisse gegenseitige Abhängigkeit bei gleichzeitigen, verschiedenartigen Reizeindrücken. Beispielsweise haben wir ein scharfes Gefühl für Faradische Reizungen der Haut und für Vibration, wenn beide Reize zeitlich und örtlich getrennt auf uns einwirken. Wird aber der Faradische Strom durch eine Elektrode appliziert, welche sich selbst in Vibrationsbewegung befindet, so fühlen wir den Faradischen Strom bei gewissen Stärkeverhältnissen gar nicht. Er wirkt aber gleichwohl an der Applikationsstelle, denn die darunter liegenden Muskeln kontrahieren sich, gleichgültig, ob die Elektrode vibriert wird oder nicht.

Ein völliges Ineinanderfließen von Reizwirkungen tritt fast immer ein, wenn propriozeptive Reize zentralwärts geleitet werden; meistens haben wir keine isolierte Empfindung von der Elastizitätsbeanspruchung einzelner Teile des bewegten Körpers, sondern zu unserem Bewußtsein gelangt die Einheit der Empfindung von Eigenbewegungen. Nur unter besonderen Umständen sind wir imstande, solche Empfindungen zu dissozieren, z. B. wenn wir nach ungewohnter Anstrengung Muskelschmerzen haben, fühlen wir sehr wohl die Kontraktion einzelner muskulärer Gebilde, oder wenn ein Gelenk überspannt wird, fühlen wir jede neue Beanspruchung des Gelenkes als solche.

Die Reize, deren Angriffspunkte die Eingeweide sind, können Empfindungen auslösen, welche man unter dem Namen der *Parenchymempfindungen* zusammenfassen mag (Gefühl des Herzklopfens, der Magenspannung, des Bauchgrimmens, der Entzündung usw.).

Zwei Kategorien der sensiblen Empfindungen bedürfen besonderer Hervorhebung: der *Kitzel* und der *Schmerz*. Der erstere wird wohl ausschließ-

lich durch exterozeptive Reize ausgelöst und zwar vornehmlich durch Druckreihenreize, also durch eine Sequenz von einzelnen Druckreizen an verschiedenen Angriffspunkten. Aber auch durch Vibrationsreiz, z. B. Aufsetzen des schwingenden Stimmgabelastes auf die Zunge oder die Nasenspitze, kann diese spezifische Empfindung hervorgerufen werden. Ihre Eigentümlichkeit scheint also darin zu liegen, daß ein bestimmter zeitlicher Ablauf gleichartiger Reize ihr zugrunde liegen muß.

Der Schmerz kann durch jede Reizung hervorgerufen werden, nur muß sie eine gewisse Intensität besitzen. Diese Intensität wird wohl abhängen von der Wichtigkeit, die der Organismus dem Schmerzsignal für das zunächst bedrohte Organ beimißt (Schmerzempfindlichkeit der Hornhaut auf einfache Berührung hin). Darüber, ob in der Haut und den tieferen Gebilden spezielle Rezeptoren für Schmerzreize vorhanden sind, sind wir noch nicht im klaren, wohl aber ist sicher, daß im Rückenmark besondere Bahnen für die Leitung des Vorganges, den wir im Bewußtsein als Schmerz empfinden, einen bestimmten Verlauf haben. Bei der Syringomyelie, die diese Bahnen zerstört, können die Berührungsempfindlichkeiten erhalten, die Schmerzempfindlichkeiten aber erloschen sein. Schmerz als subjektives Phänomen ist natürlich nur eine Funktion der höher gelegenen Antwortorgane. Er steht in der Bewußtbarkeitsskala der Sensibilitäten wohl an höchster Stelle, doch gelangt er keineswegs immer zum Oberbewußtsein. Ein bekanntes Phänomen auf diesem Gebiete ist die hysterische Schmerzunempfindlichkeit. Es gibt Hysterische, die man in die Haut stechen, kneifen, brennen kann, ohne daß sie etwas spüren, und doch wird der Schmerzreiz bis hoch in die psychischen Sphären geleitet. Dies beweist das psycho-galvanische Experiment. Wird ein Normaler zwischen zwei Elektroden eingeschaltet, die mit einem Leclanché-Element und einem Galvanometer verbunden sind, so zeigt das letztere einen Ausschlag in bestimmter Richtung, wenn die Versuchsperson in einen Affekt gerät, beispielsweise zufolge eines Schmerzreizes. Wird der gleiche Versuch mit einer hysterisch-unempfindlichen Person vorgenommen, indem man die anscheinend unempfindlichen Hautpartien stark reizt, so zeigt sich ein kräftiger Ausschlag am Galvanometer wie beim Normalen, obwohl der Patient nichts zu fühlen angibt und keine anderweitigen Schmerzreaktionen aufweist. Es muß also gleichwohl durch den Reiz ein Affekt ausgelöst worden sein, ohne daß das obere Bewußtsein des Patienten erregt worden wäre.

Wenn wir die einfachen Sensibilitäten nach dem Kriterium der *Affektivvalenz* betrachten, so ist ebenfalls unter normalen Umständen Schmerz und Kitzel (und die noch wenig analysierten und kaum einheitlichen Sexualempfindungen) wohl an den ersten Stellen. Sie lösen starke Affektivitäten, d. h. Lust- und Unlustgefühle starker Betonung aus. Niedere Grade der Affektivität können sich mit den meisten andern Sensibilitäten verbinden, vorausgesetzt, daß diese hohe Stufen der Antwortorgane erreichen. Daß den niederen Antwortstufen der Sensibilität etwas Analoges zukomme wie den affektiven Veränderungen in höheren Sphären, ist vorderhand weder zu behaupten noch zu verneinen, solange wir das Wesen dieser Veränderungen nicht kennen. Die Erregung der geringsten subjektiv perzeptiblen Affektivität, der Aufmerksamkeit, kommt wohl allen sensiblen Empfindungen zu.

Die Einteilung der Sensibilität nach *Assoziationsvalenz*, soweit sie subjektiv kontrollierbar ist (es ist ja klar, daß auch in den tieferen Antwortstufen reiche assoziative Verbindungen vor sich gehen), hat hauptsächlich sich nach zwei Fragestellungen zu orientieren: die Assoziation mit einer räumlichen Vorstellung des Reizangriffes (Lokalisation des Reizes) und zweitens die Brauchbarkeit der sensiblen Empfindung zur Gestaltung der Vorstellungen der Reizursache. Was die letztere betrifft, ist hervorzuheben, daß die affektiv stark betonten Empfindungen des Schmerzes und des Kitzels die gestaltungsuntüchtigsten sind: der Organismus interessiert sich bei Schmerz und Kitzel mehr um die Tatsache, daß eine Einwirkung da ist, als was für eine. Dies gilt wohl in noch höherem Grade von den offenbar ziemlich komplizierten Geschlechtsempfindungen. Jede andere sensible Einwirkung aber wird, sofern sie bis in die höchsten Verarbeitungsstufen vordringt, zur Gestaltung von Vorstellungen für ihre Ursachen verwendet.

Die Lokalisierbarkeit der sensiblen Erregungen ist ungemein verschieden nach dem Ort der Rezeptorenanlage. Oberflächensensibilitätsreize werden im allgemeinen richtiger als tiefe Sensibilitätsreize lokalisiert und unter jenen werden die an Fingerspitze, Lippen und Zungenspitze applizierten am richtigsten lokalisiert. Die größten Fehler macht der Normale in dieser Beziehung an der Haut des Rückens, des Gesäßes und der Streckseite der Arme (Messung mit dem Sievekingschen Tasterzirkel).

Die *Bewußtbarkeit* der sensiblen Erregungen ist jedenfalls eine so verschiedengradige, daß hieraus ein Einteilungsprinzip geschaffen werden kann. Es ist wohl ziemlich sicher, daß die exterozeptiven Sensibilitäten in höherem Grade bewußtseinsfähig sind als die interozeptiven und propriozeptiven. Jedenfalls dringen letztere meist nicht isoliert bis zum Oberbewußtsein. Es ist außer Zweifel, daß nur die in den höchsten Antwortorganen verarbeiteten sensiblen Reizungen überhaupt in das Oberbewußtsein gelangen. Unter den Tiefensensibilitäten kommt diejenige für den Kontraktionsgrad der Muskeln uns zwar als solche nie zum Oberbewußtsein. (Darauf ist wohl die feine Abstufungsmöglichkeit der Koordination der Bewegungen begründet.) Dagegen muß der jeweilige Kontraktionseffekt hohe Stufen der Bewußtbarkeit erlangen durch die Kontrolle der anderen Sinne, vornehmlich des Gesichtssinnes. Es gibt ein feines kleines Experiment, das die Abhängigkeit dieser oberbewußten Schlüsse von der an sich unterbewußt bleibenden Verwertung der Muskelkontraktionen demonstriert: betrachtet

man gleichartige und in gleichartiger Anordnung und Distanz aufgestellte Gegenstände in verschiedenen Entfernungen, so gibt es für jedes Auge eine solche Distanz, wo man zwar die betreffenden Einzelindividuen noch sieht, sie aber nicht mehr zählen kann. In einer kürzeren Distanz, in der man sie noch zählen kann, ist der Rapport über die Muskelveränderungen zum Zwecke der Bulbusbewegungen beim Einstellen des Auges auf jedes Einzelobjekt noch verwertbar, in der kritischen Distanz nicht mehr und dies, weil die Reize in den Muskeln hierzu nicht mehr ausreichen.

Gewöhnlich sind die einheitlichen Sensibilitäten in *zusammengeordnetem Spiele* in Tätigkeit. Insbesondere die propriozeptiven Reize treffen unzählige sensible Neurone auf einmal. Hieraus ergeben sich dann gewisse charakteristische Sensibilitätsphänomene, welche sich aus der Masse der Kombinationsmöglichkeiten herausheben und welche, weil sie Wichtigkeit für normale Physiologie und namentlich für die Untersuchung Kranker haben, kurz angeführt werden sollen.

1. *Die Empfindung der unbewegten Lage eines Körperteils.* Wir sind unter normalen Umständen jederzeit imstande, mit ziemlicher Sicherheit, ohne hinzusehen, die Lage eines eigenen Körperteiles richtig anzugeben, sogar auch nach dem Erwachen ohne Körperbewegung. Diese Tatsache kann zweierlei Gründe haben: einmal die noch nicht verwischten Erinnerungsspuren (Engramme) in den sensiblen Nerven seit der letzten Bewegung des Körperteiles, als diese Lage eingenommen wurde, und sodann die im Momente der Fragestellung zentralwärts fließenden sensiblen Erregungen von der Oberfläche her (Druck der Unterlage, Kleider usw., von den Gelenken, den Muskeln, kurz von Tiefensensibilitäten her). Wenn, wie z B. in gewissen Stadien von Rückenmarkskrankheiten, die Sensibilitäten außer Funktion sind, so hat der Patient keine Ahnung, wo im Bette die von der Bettdecke verborgenen Beine sich befinden.

2. *Die Empfindung der passiven Bewegung eines Körperteiles.* Sie ist wohl im wesentlichen ein Resultat der Gelenksensibilitäten, doch mögen auch die Elastizitätsbeanspruchungsreize der übrigen Teile, namentlich der gestreckten Muskeln, eine Rolle mitspielen.

3. *Die Empfindung der aktiven Bewegung eines Körperteiles.* Den Unterschied zwischen dieser und den vorigen zeigt am besten das Experiment im Bade, wenn wir halb sitzend, dem gestreckten Arm im Wasser den Auftrieb überlassen. Dann haben wir das Gefühl der passiven Exkursion dieser Extremität. Setzen wir aber die Bewegung über die Wirkung des Auftriebes hinweg in gleicher Richtung fort, so addiert sich zu der bisherigen die neue deutliche Empfindung der Kraftleistung in der Schultergegend. Wir haben dann einen Augenblick ein isoliertes Gefühl für das, was man korrekt Kraftsinn nennen darf, das Gefühl für selbstaufgewendete muskuläre Kraft. Dieser Unterschied in der Empfindung der passiven und der aktiven Bewegung war es, der, wenn wir der bekannten Heureka-Erzählung Glauben schenken sollen, *Archimedes* das Gesetz vom spezifischen Gewicht erkennen ließ.

4. Dieser *Kraftsinn* ermöglicht selbst feine quantitative Abschätzung der muskulären Leistung und zwar sogar für Kraftanwendungen zur Überwindung des Raumes *außerhalb* des Verbandes unseres eigenen Organismus: jeder Steinwurf, Speerwurf, Bogenschuß, Billardstoß ist hierfür beweisendes Beispiel.

5. Auch für die Einwirkung exogener komplizierter breitflächiger mechanischer Kräfte auf den Organismus, Stoß, Druck, Schwerkraft, Zentrifugalkraft usw. haben wir feine *quantitative Schätzungsmöglichkeiten.* In besonderem Grade wirkt hier das Labyrinth mit.

6. Eine für die Krankenuntersuchung wichtige koordinierte Sensibilitätsleistung ist die *Stereognose,* die Fähigkeit, mittels bloßen Betastens die Form und Natur eines Gegenstandes zu erkennen. Dazu eignen sich in besonderem Maße die Hände, doch hat auch die vordere Sohlenfläche und die Mundhöhle einen gewissen stereognostischen Wert. Normalerweise unterscheiden wir z. B. ein in die Hand gelegtes Zehnrappenstück gut von einem Fünfzigrappenstück, wenn wir die Münze betasten; der zackige Rand der letzteren behebt jeden Zweifel. Es gibt aber Krankheiten, bei denen diese stereognostische Fähigkeit vermindert oder sogar gänzlich aufgehoben ist: der Kranke erkennt keinen in die Hand gelegten Gegenstand durch bloßes Betasten. Am bekanntesten ist dieses Symptom der Astereognosie bei Zerstörungen des Parietallappens der entgegengesetzten Hirnseite. Jedoch sind schon mehrere Fälle beschrieben worden, bei denen die Ursache der Asterognosie in Erkrankung der peripheren Nerven der Hand zu suchen war. Auch existiert ein Fall, bei dem eine Geschwulst Sensibilitätsbahnen im Rückenmark derart beeinflußte, daß hieraus Astereognosie einer Hand entstand. Dieser Fall ist geeignet, ein besonderes Licht auf eine der Entstehungsmöglichkeiten der Astereognosie zu werfen. Denn nachdem ihm die komprimierende Geschwulst im Rückenmark durch Operation entfernt worden war, erholte sich die schwer geschädigte Sensibilität des linken Armes so weit, daß sämtliche Oberflächenreize, welche die Hand trafen, in feinster Weise perzipiert werden konnten. Dagegen blieb die Gelenksensibilität unwiederbringlich verloren und der Patient behielt seine Astereognose der linken Hand. Daraus ist zu schließen, daß bei ihm alle die Rapporte von der Oberfläche der tastenden Hand nicht genügten zur Gewinnung einer Vorstellung über die Form des betrachteten Gegenstandes, daß also die Gelenksensibilität die Hauptbedingung für die Stereognose darstellt.

Allgemeine Prinzipien der Entwicklung und Vererbung.

Von Prof. Dr. A. Greil, Innsbruck.

Die Analyse der Entwicklung eines Organismus, der Begründung, des Ausbaues und der Differen-

zierung eines Zellenstaates, bzw. der Dynamik der Zellvermehrung im Verbande und der Produktivität des Zellplasmas der Abkömmlinge der Keimzelle setzt bei jeder Tierform mit der cytomorphologischen und stoffwechselphysiologischen Erforschung des Eiwachstumes ein, welches die Grundlage der richtunggebenden Ausgangssituation für den Ablauf der Entwicklung schafft. Die heranwachsenden Keimzellen — wir haben der Einfachheit halber zunächst Parthenogenese vor Augen — sind Schmarotzer im zellenstaatlichen Haushalte ihres Trägers, die gemäß ihrer Anordnung zu keiner Dienstleistung für den Organismus verwendbar und anpassungsfähig sind; in ihrer „splendid isolation" entnehmen sie ganz wahllos von allen Substanzen des Stoffverkehres, den sie auf solche Weise geradezu registrieren. Sie verarbeiten die aufgenommenen Mengen der dem Gesamtorganismus zum Ersatze des Verbrauchten dienenden Stoffe, bauen aus ihnen synthetisch neue hochwertige Reservestoffe und speichern dieselben als Produkte ihres cellulären Haushaltes in ihrem Innern auf. So wie nun alle die andern in Arbeitsteilung schaffenden Zellen eines Organismus, sowie ferner die zusammenarbeitenden und sich ergänzenden Berufe einer hochdifferenzierten menschlichen Gesellschaft sich bei der Einseitigkeit ihrer Betätigung in ihrem Bau und Wesen der letzteren vollends anpassen, so wird auch die sich mästende Keimzelle — nicht anders als ein sich mästendes Protozoon — bei ihrer so lange andauernden vegetativen Beschäftigung von den aufgenommenen Stoffen, die sie verarbeitet, beeinflußt, woraus sich ein immenser Einfluß des Organismus auf die in ihm schmarotzenden Keimzellen ergibt. Die heranwachsende Keimzelle ist also nicht nur in ihrem cellulären Depot an Assimilations- und cellulärem Baumaterial, sondern auch in ihrem ganzen essentiellen, die Betriebsleistungen des cellulären Haushaltes besorgenden Gefüge — sie selbst ist ja bereits das Werk einer weitgehenden cellulären Arbeitsteilung, ein Elementarorganismus — auf den Stoffverkehr, an welchen sie angeschlossen ist, abgestimmt. Im lange währenden schmarotzenden Wachstume paßt sich die Keimzelle sowohl den im ganzen Organismus sich verteilenden, den Betriebs- und Erhaltungsfunktionen desselben dienenden Stoffen an, wie den durch innere Sekretion gebildeten revehenten Stoffen (Hormonen u. a.) und erwirbt damit für ihre Nachkommen die Befähigung, dieselben cellulären Differenzierungen und Produkte unter den entsprechenden Bedingungen der Gewebsbildung zu leisten, wie die Zellenkomplexe des Organismus. Diese allgemeine Differenzierungsbereitschaft, das Repertoire, die Eigenart und Kombination der Produktivität des Zellplasmas der Abkömmlinge der Keimzelle wird also durch die Gesamtheit der in weitgehendstem Maße variierbaren Erhaltungs- und Ersatzleistungen des Organismus des Trägers bestimmt. Dieses weite Gebiet der geweblichen Sonderungen umfaßt vor allem die Ausbildung kollagener, elastischer, kontraktiler oder die Reizleitung im Nervensysteme vermittelnder Fibrillen, die Abscheidung mannigfacher Stützsubstanzen und die Entstehung cellulärer Einschlüsse und Sekrete aller Art.

Bei so anhaltender vegetativer Tätigkeit der Keimzelle, welche eine so schwere Belastung des cellulären Haushaltes mit Assimilations- und Differenzierungsrohmaterialien schafft, kann der anfangs gleichmäßige, zentrierte Aufbau der in vielen Fällen kugelrunden Urkeimzellen nicht beibehalten werden. Auf eine kurze Periode der gleichmäßigen Verteilung der korpuskulären (Dotter) Partikelchen folgt die exzentrische Ansammlung und Anstauung gröberer Dotterkörner. Es kommt in der Zelle zur Sonderung von Fabrik und Depot. Der auch nach der Emission des Chromatins stets mit dem Protoplasma in innigster Wechselwirkung stehende, mit ihm arbeitende Zellkern kommt so mit der ihn umgebenden Hauptmasse des Protoplasmas — seinem Protoplasmahofe — exzentrisch zu liegen; es entsteht die Polarität und schließlich eine meridionale Exzentrizität. Die Keimzelle wird polar-bilateral gebaut. In Fällen mit einseitiger Stoffzufuhr (z. B. bei Stiel- und Rhachiseiern) wird das Plasmagefüge auch mechanisch einseitig beansprucht und verstärkt. In unzähligen Varianten tritt uns dieses Prinzip im Metazoenreiche je nach der Anordnung der Keimstätten entgegen. Stets bildet die sorgfältige Analyse des Eiwachstums die Grundlage für die Erforschung und Erklärung der Entwicklung.

Der beim Eiwachstum so ganz nebenbei, als Begleiterscheinung erworbene polar-bilaterale Zellbau involviert nun bei der Betätigung des so lange vernachlässigten, dann vehement einsetzenden und infolge der trefflichen Approvisionierung geradezu unerschöpflichen Teilungswachstums, auf dessen Komplexität hier nicht weiter eingegangen werden kann, wichtige Ungleichheiten. Wir sehen hierbei von den allerersten Teilungsversuchen, den sog. Richtungsteilungen, welche bei befruchtungsbedürftigen, vollgemästeten Eiern deren Unvermögen, sich selbsttätig äqual zu teilen, bekunden, ab. Oft entstehen schon bei der ersten Durchteilung der großen, schwer beladenen Keimzelle ungleich große Blastomeren. In anderen Fällen deckt erst ein folgender Teilungsschritt die Ungleichheit im Eibau auf. Es entstehen bei dieser Teilung in dem durch die Eihülle gesicherten Verbande kleinere und größere Zellen. Allmählich werden die großen Unterschiede etwas ausgeglichen, wenn die Dottermitgift immer mehr ausgeteilt und beansprucht wird. Die Energie des Teilungswachstums bleibt aber trotzdem verschieden und die Abkömmlinge desjenigen Eiabschnittes, in welchem so lange Zeit hindurch Kern und Plasmahof gelagert und tätig waren, erhalten sich auch bei weitgehender Ausbreitung der Kernderivate (Kernsaft und Emissionschromatin, *[Schaxel])* im Plasma der Keimzelle die Veranlagung zu rascherer Vermehrung. Ihnen sind dann die schwerfälligeren dotterreicheren Nachbarn eine Beengung, ein Hindernis in der Ausbreitung, welche zunächst meist in einer Kugelgewölbekonstruktion und -span-

nung (Blastula) erfolgt. So bestehen also fundamentale folgenschwere, oft minutiös abgestufte Wachstumsdifferenzen, welche zu einer Beengung des prävalierenden Zellkomplexes führen. Aus dieser Wachstumssituation wird unter der Einschränkung durch gespannte Eihüllen der einzig freistehende Ausweg ins Innere des Kugelgewölbes betreten u. zw. zumeist unter der Erscheinung der Einbuchtung, womit der Urdarm gebildet und dem weiteren Wachstum ein weites Feld eröffnet wird. Dieser Vorgang, die Gastrulation erfolgt in der gesamten Metazoenwelt mit unzähligen, in nebensächlichem Belange auftretenden Abänderungen — wie ein vielseitig variiertes Naturexperiment —, aus deren Vergleiche das Prinzip desselben ermittelt werden kann; insbesondere kommt hierbei die Gastrulation der Wirbeltiere in Betracht, für welche verschiedene Oberflächenspannungen an der Innen- und Außenseite des zumeist mehrschichtigen zellreichen Urentoderms nicht verantwortlich gemacht werden können.

Die weitere Verfolgung dieses Ringens zwischen rascher wachsenden Zellkomplexen und beengender Nachbarschaft analysieren wir im Prinzipe genau so, wie die einzelnen Phasen eines Ringkampfes oder eines Schachspieles. Durch Faltungen, Ein- und Ausbuchtungen und Vorstülpungen aller Art, durch Verdickungen und geschlossenes oder diffuses Abströmen des beengt sich vermehrenden Zellmateriales werden Schranken umgangen, überwunden, Breschen eröffnet und Entspannungen herbeigeführt, die sodann bis aufs äußerste ausgenützt werden. Dann ergeben sich wieder auf allen Linien neue Widerstände und Stauungen, neue Aus- und Umwege. So kommt es zu fundamentalen und immer weiter fortschreitenden Sonderungen im Zellenstaate, zur Entstehung der Keimblätter und Primitivorgane; so wird der Grund zu ganz neuer zellenstaatlicher Mannigfaltigkeit gelegt, und das im polar-bilateralen Eiwachstum begründete Ringen sukzessive ausgetragen. Die beim Eiwachstum, so ganz nebenbei erworbene Befähigung der Nachkommenschaft gewisser Blastomeren zu ergiebigerer Vermehrung äußert sich in einer ganzen Kette von Reaktionen und Erfolgen in den verschiedenen, sich während des Bauens einstellenden Wachstumslagen. So wie man es Sportsleuten nicht ansieht, wer länger ausdauern wird, so äußert sich auch die Befähigung zu gesteigertem Teilungswachstum nicht in groben, sinnenfälligen (z. B. Größen-) Unterschieden und wäre nur durch sorgfältigste mikrochemische physiologische Zellanalysen zu ermitteln. Die in dem Metazoenreiche sich immer mehr steigernde, schließlich immense Grade erreichende Wachstumsbefähigung ermöglicht es, dieses Ringen in den sich ganz allmählich ergebenden Sonderungen, zugleich in mehreren Keimblättern und Schichten, in sich stetig vermehrenden Linien und Richtungen auszutragen und so die Mannigfaltigkeit der Formbildung zu steigern und zu komplizieren. Da erst während des Ringens und Entspannens eine Situation die andere, ein Schritt den anderen ergibt, können die einzelnen Wachstumsphasen, -gelegenheiten und -erwerbungen als solche in keiner Weise in jener bescheidenen polar-bilateralen Ausgangssituation vorherbestimmt, determiniert oder etwa gar, wie es die Entwicklungsmechaniker vermutet haben, durch korpuskuläre Teilchen und Plassonten, durch organbildende Substanzen und dergleichen Mystika vertreten sein. Alle Faktoren, welche jene Beengung schaffen, erhalten und steigern, darunter auch die Eihüllen, insbesondere aber die sich erst während der Zellvermehrung, also epigenetisch ergebenden Situationen und Bedingungen bestimmen die Ausnützung der unerschöpflichen Wachtumsenergie und die Austragung des im Eibau begründeten Ringens der ungleich schnell sich vermehrenden Abkömmlinge der Keimzelle. Gerade bei der progressiven Analyse der Dynamik der Wachstumserscheinungen ist „Eins wie Alles zu achten" und der Versuch der Entwicklungsmechaniker, die einzelnen Erscheinungen und Erwerbungen evolutionistisch zu behandeln, als das Heinzelmännchenspiel alle Einzelgestaltungen im vorhinein determinierender und qualifizierender, nebeneinander gelagerter Substanzen auszugeben, a limine abzuweisen. Daher ist auch allen, unter solchen Voraussetzungen angestellten sogenannten entwicklungsmechanischen Experimenten eine üble Prognose zu stellen. Bei rationell kalkulierten, entwicklungsanalytischen Experimenten, welche an den im ungleichen Teilungswachstum begriffenen Zellkomplexen angestellt werden, muß getrachtet werden, jenes Ringen zu beeinflussen, die Bedingungen und die Befähigung zu ungleichem Teilungswachstum zu verändern, wozu die exakte vergleichende deskriptive Analyse der im ungestörten Fortgange sich epigenetisch ergebenden Situationen und Wachstumslagen die unerläßliche Voraussetzung ist. Der Vergleich der schließlich zu Mißbildungen führenden Varianten des Ringens, die Analyse der veränderten Bedingungen dieses morphologischen Geschehens ergibt hierzu die wichtigsten und verläßlichsten Anhaltspunkte. Das entwicklungsanalytische Experiment dient somit nicht der Sonderung und Reinzucht fiktiver Organplasmen, sondern der Erzwingung anderer Leistungen der einzelnen Zellgruppen als im Normalfalle, der Schaffung neuer zellenstaatlicher Mannigfaltigkeit unter zielbewußter Veränderung der Wachstums- und Differenzierungsbedingungen. Bei jedem Eingriffe in das Wachstum ist die letzte, in strenger Abhängigkeit erlangte Situation in der ganzen Bedingungskette ihrer Entstehung genau zu analysieren, ehe über die sog. Selbstdifferenzierung der Organanlagen ein Urteil gefällt werden kann.

Die im Ringen der ungleich sich vermehrenden, aber noch gleichartigen, indifferenten, nur Betriebsfunktionen obliegenden Zellen und Zellkomplexe epigenetisch erworbene neue, spezifisch zellenstaatliche Mannigfaltigkeit bietet nun für anderweitige celluläre Leistungen, für die strukturelle Produktivität des Zellplasmas verschiedenartige Situationen dar, welche sowohl die Gesamtbeziehungen zur Umwelt, wie der einzelnen zellenstaatlichen Komponenten zueinander betreffen. Früher oder später erlahmt — zumeist infolge

hierfür ungünstig gewordener Stoffwechselbedingungen — da und dort das Teilungswachstum der Zellen, die sich dann immer mehr andern Betätigungen hingeben, für welche die mehr oder weniger eingeschränkte universelle Eigenart und Befähigung durch die Abstimmung und Anpassung der Keimzelle auf den Stoffverkehr ihres Trägers erworben wurde. Wenn wir die durch ungleiches Wachstum geschaffenen Situationen im Zellenstaate etwa mit der Ausbreitung des Menschengeschlechtes und dem Erwerbe verschiedener allgemeiner Lebenslagen vergleichen, so entspricht die sodann einsetzende, bei Seßhaftigkeit immer mehr hervortretende und sich komplizierende Differenzierung der menschlichen Gesellschaft, nämlich die Auswahl und Komplikation ihrer Berufe der ebenso epigenetisch erfolgenden Differenzierung und inneren Produktivität der Zellenkomplexe in der Keimesentwicklung. Da und dort, in den verschiedenen Primitivorganen und Organanlagen tritt die Produktivität der Gebilde des Zellplasmas immer mehr in den Vordergrund und schafft, wie *Ernst Haeckel*, der Begründer der Entwicklungsdynamik, so treffend und lapidar sagte, „aus Gleichartigem das Ungleichartige". Damit wird in Anpassung an die epigenetisch erworbenen Situationen und Umstände die gewebliche Sonderung, die Austeilung der cellulären Berufe unter dem Schutze und zum größten Vorteile des gesamten Zellenstaates eingeleitet.

Die histogenetischen Bedingungen, welche über die Auswahl der ererbten cellulären allgemeinen Differenzierungsbereitschaft entscheiden, sind viel schwieriger zu ermitteln, als die vorwiegend mechanischen Bedingungen der Dynamik des Wachstumes und seiner Formbildung, des epigenetischen Ringens ungleich wachsender Zellen, weil jene Entscheidungen vorwiegend auf bio- und mikrochemischem Gebiete liegen und die Stoffwechselverhältnisse betreffen. Daneben kommen bei der geweblichen Sonderung der gleichartigen Zellkomplexe auch mechanische Momente, z. B. Spannungserscheinungen aller Art in Betracht, doch bildet auch die Analyse der chemischen Bedingungen und Umsetzungen, insbesondere des Stoffwechsels, einen integrierenden Teil der Entwicklungsdynamik (welcher Ausdruck von uns eingeführt wurde[1]). Die Dynamik der Lebenserscheinungen der Zelle bildet die Grundlage der Dynamik der gemeinsamen cellulären Tätigkeit im Verbande, beim Aufbaue eines Zellenstaates. Auf dem histogenetischen Gebiete liegen die schwierigsten Probleme der Keimesentwicklung, welche zudem in vielen Fällen dem entwicklungsanalytischen Experimente unzugänglich sind. Biologische Experimente zur Erzwingung von Gewebsbildungen an freilebenden Formen gewähren indes mancherlei Aufschlüsse über die Bedingungen der Gewebsbildung, woraus sich Rückschlüsse auf die embryonalen Verhältnisse ergeben. Die Vielseitigkeit und Mannigfaltigkeit, die Häufung verschiedener geweblicher Sonderungen an einem Zellmateriale gleicher Herkunft, andererseits die übereinstimmende Differenzierung eines Zellmateriales, welches an verschiedenen Orten aus verschiedenen Schichten abströmt und dann unter die gleichen Bedingungen gerät und unter deren Zwange sich einheitlich differenziert, sind ein unbedingter Beweis der primären Gleichartigkeit und vielseitigen Differenzierungsbefähigung, sowie des epigenetischen Charakters der geweblichen Sonderungen. Speziell die verschiedenartigen Differenzierungsweisen der Binde- und Stützgewebe bringen eine Fülle von Beweisen gegen die so sehr mit Denkmöglichkeiten durchsetzte Determinanten- und Mosaiktheorie der Entwicklungsmechaniker, denn ebensowenig wie die einzelnen, sich Schritt für Schritt ergebenden Wachstumslagen und Situationen sind auch die unter deren Zwange erfolgenden zellenstaatlichen geweblichen Sonderungen und Beziehungen irgendwie in der Keimzelle ausgeteilt und lokalisiert, sondern vielmehr ganz und gar der Erfolg der Epigenesis, welche bei der Entwicklung in jeder Hinsicht ganz neue zellenstaatliche Mannigfaltigkeit schafft. In der Keimzelle von Ascariden, eines Schulbeispieles der Entwicklungsdynamik, ist es z. B. nur bestimmt, daß deren Abkömmlinge Chitin, Muskelfibrillen u. dgl. produzieren können, aber nicht welche Abkömmlinge dies leisten werden und an welcher Stelle, in welchen Gebilden des Zellenstaates dies geschehen wird.

Der Verzicht auf die vor Ort unter den jeweiligen Lagebeziehungen und Stoffwechselbedingungen nicht verwendbaren Differenzierungsweisen ist an den einzelnen Zellen nicht groß, denn ebenso wie die sich sondernden und schmarotzenden Keimzellen des jungen neuen Organismus müssen auch alle anderen, ungleichartig werdenden Zellen erst in harter Arbeit, in strenger innerer Anpassung an die Bedingungen der jeweiligen Situation — in situationeller Anpassung — und dann auch in funktioneller Anpassung *(Haeckel, Roux)* diejenige Seite ihrer Differenzierungsbereitschaft pflegen und hochzüchten, welche jeweils möglich und tauglich ist. Wie bei der Einarbeitung in die menschlichen Berufe und beim phyletischen Erwerbe der Zivilisation wird auch hier die volle Leistungs- und Anpassungsfähigkeit erst mühsam erworben. Nichts ist vorgebildet. Beweise hierfür liefern auch die Folgeerscheinungen, welche sich in experimentell verändertem Wachstum, bei der künstlichen Beeinflussung des Ringens ungleich wachsender Zellenkomplexe ergeben. Wenn auf diese Weise — z. B. bei künstlich erzwungener Doppelköpfigkeit hinsichtlich der innenständigen Organe, oder bei Mehrfachbildung — die einzelnen Zellen gemäß der verschiedenen Differenzierungslage, in welche sie geraten sind, etwas ganz anderes leisten, ganz andere Gewebe bilden, als bei ungestörter Einheitsentwicklung, so ist dieser Erfolg der Dynamik der Histogenese ein Beweis der ursprünglichen cellulären Gleichartigkeit, denn die Erwerbung der Gestaltung der Zellkomplexe wie deren Differenzierung ist das Werk der Epigenesis, deren Erforschung *Ernst Haeckel* begründet hat. *Ernst Haeckel* hat

[1]) Vergleiche: Richtlinien des Entwicklungs- und Vererbungsproblemes, Grundzüge der Morphobiologie und Entwicklungsdynamik, Jena, Gustav Fischer, 1912.

auch als erster den Weg des Experimentes gewiesen und in vorbildlicher Darlegung die Ermittelung der Bedingungen des morphologischen Geschehens angestrebt, welche die Vollendung und das Ziel jeder wissenschaftlichen deskriptiven Analyse der Dynamik der Entwicklungserscheinungen bildet.

(Schluß folgt.)

Die Quellmoore bzw. Gehängemoore Norddeutschlands.

Mit 5 Typenprofilen.

Von Dr. Alfred Berg, Berlin.

Die Erforschung der Moore Norddeutschlands hat in den letzten Jahren mächtige Fortschritte gemacht. Von der wissenschaftlichen Seite her widmete man diesen Naturerscheinungen erhöhte Aufmerksamkeit, als es galt, an ihnen Leitlinien zu gewinnen für die Erklärung der Entstehung der Braun- und Steinkohlenlager. Dann trat die Praxis hinzu, um im Dienst der inneren Kolonisation diese weiten Landstriche unter die Kultur zu zwingen. Endlich gab die Naturschutzbewegung weitere Anregungen, sich mit den Mooren zu beschäftigen, und förderte damit die landschaftliche und ästhetische Würdigung dieser eigenartigen Lebensgemeinschaft.

Stets hat man dabei unter „Mooren" jene Bildungen verstanden, die durch allmähliche Verlandung („Vermoorung") von Seebecken und von anderen stehenden Gewässern entstanden sind. Auf eine ganz anders zustande gekommene Gattung von Mooren hat man aber bisher kaum Rücksicht genommen, nämlich auf die *Quellmoore*, die im grellen Gegensatz zu den Mooren im gewöhnlichen Sinn niemals an stehendes, sondern durchaus an fließendes Wasser und zwar an Quellen anknüpfen. Erst Dr. *Hess von Wichdorff* hat diese wenig beachteten und bekannten Gebilde gründlich untersucht und soeben die Ergebnisse seiner Studien zusammenfassend veröffentlicht[1]), nachdem er schon vorher (zusammen mit Dr. *Range*)[2]) den masurischen Quellmooren eine Sonderuntersuchung gewidmet hatte. Das Verdienst dieser Untersuchungen besteht zunächst darin, daß wir über das Wesen der Quellmoore genau unterrichtet werden. Gleichzeitig aber fällt durch die von *Hess v. Wichdorff* gezogenen Schlußfolgerungen ein helles Licht auf gewisse Bildungen aus früheren Epochen der Erdgeschichte. Da zeigt sich denn, wie wichtig es ist, geologische Gebilde der Gegenwart mehr als bisher üblich zur Deutung analoger Erscheinungen älterer Zeitalter heranzuziehen, und daß das bisher von den Geologen so arg vernachlässigte Alluvium eine erhöhte Beachtung und ein eingehenderes Studium verdient.

Quellmoore sind überall in Norddeutschland vorhanden. Besonders zahlreich trifft man sie in Ostpreußen (Masuren, Rominter Heide, Samland, vereinzelt nördlich von Memel), in Hinterpommern und in der Provinz Sachsen (z. B. am Nordrand des Fläming). Sie fehlen übrigens auch im deutschen Mittelgebirge nicht; z. B. treten sie im südöstlichen Thüringer Wald und im Frankenwald auf.

Die *Quellmoore* treten stets auf ebenem Vorland am Fuß steiler Abhänge auf, wo wasserführende Schichten von der Erosion angeschnitten werden und an ihnen Quellen zutage treten. Man nennt die Quellmoore deshalb auch *„Gehängemoore"*. Freilich sind die Quellen häufig nicht sichtbar, da sie oft durch das Moor verdeckt werden. Im besonderen finden wir Quellmoore im norddeutschen Tiefland:

1. wo Hochflächen mit einem Steilrand gegen ein ausgedehntes niedriges Vorland abstürzen; also am Rande von alten, eiszeitlichen, nun verlandeten Stauseen und Staubecken;

2. wo alte Täler der eiszeitlichen Schmelzwässer tief in die Hochflächen eingeschnitten und mit Talsand erfüllt sind;

3. wo jüngere Flüsse und selbst Bäche breitere Talauen oder auch schmälere Talrinnen tief in die Hügellandschaft eingesägt haben;

4. wo Seen oder zu Mooren verlandete Seebecken von Steilhängen ganz oder nahezu allseitig umgeben werden.

Die Steilhänge sind gewöhnlich durch die Erosion des fließenden Wassers geschaffen. An solchen „Erosionssteilrändern" treten nicht nur die oberflächlichen Sickerwasser der Hochfläche zutage. Vielmehr sind hier auch schwächere oder stärkere Grundwasserhorizonte sowie kürzere, lokale wasserführende Sand- und Kieseinlagerungen von der Erosion angeschnitten. Ohne ständigen Wasserzufluß von unterirdischen Quellen, Grundwasserhorizonten oder Sickerwassern her ist die Bildung von Quellmooren unmöglich. Häufig sind freilich die wasserführenden Horizonte durch andere Schichten — oder durch das Moor selbst, wie schon betont wurde — verdeckt und nur schwer nachzuweisen. Aber vorhanden sind sie immer. So wird z. B. Sand und Kies oft von Geschiebemergel vollständig verhüllt.

Ist der austretende Wasserhorizont eine schmale Quellader, so kommt es zur Bildung eines Quellmoors kleineren Umfangs. Ist aber ein stärkerer Grundwasserhorizont auf eine lange Strecke hin am Fuß des Steilrandes von der Erosion bloßgelegt worden, so bildet sich ein Quellmoor größeren Umfangs, das dem Ausbiß des Grundwassers entlangzieht. Im ersten Falle haben wir — von den „Quellmoorsümpfen" (s. u.) abgesehen — mehr oder minder ausgeprägte flache Hügel vor uns, die genau über dem Quellpunkt oder unmittelbar hinter ihm allmählich sich aufbauen. Im zweiten Fall haben wir es mit schwach geneigten, ebenen Flächen zu tun, die den Fuß der Steilhänge auf größere Strecken hin begleiten. Die ersteren sind wesent-

[1]) *Hess v. Wichdorff*, Zur weiteren Kenntnis der Quellmoore in Norddeutschland, 1913. Sonderabdruck aus dem Jahrbuch der Königl. Preuß. Geologischen Landesanstalt für 1912, Teil II, S. 319—341.

[2]) *Hess v. Wichdorff* und *Range*, Über Quellmoore in Masuren (Ostpreußen). Am gleichen Ort, für 1906, S. 95 bis 106.

lich hügelige, die letzteren wesentlich flächenhafte Gebilde. Sie unterscheiden sich also deutlich durch ihre äußere Form.

Mit *Heß v. Wichdorff* unterscheiden wir nun folgende *fünf Typen von Quellmooren:*

A. *Hügelige Quellmoore:*
1. Runde Quellmoorkuppen (Fig. 1),
2. Einseitige Quellmoorkuppen (Fig. 2),
3. Kessel-Quellmoore (Fig. 3),
4. Quellmoorsümpfe (Fig. 4).

B. *Flächenhafte Quellmoore:*
5. Flächen-Quellmoor (Fig. 5).

1. Die Emporwölbung des Quellmoors, die der Hochmoorform der gewöhnlichen Moore vergleichbar ist, tritt besonders auffällig in die Erscheinung, wenn das Quellmoor isoliert aus seiner Umgebung herausragt. In diesem Fall haben wir den Typus der *runden Quellmoorkuppen* (Fig. 1) vor uns, die

Fig. 1. Runde Quellmoorkuppe[1]).
(Es bedeutet bei allen fünf Abbildungen: *dm* = Geschiebemergel, *dg* [Kies] und *ds* [Sand] = die wasserführenden Horizonte.)

in der Regel als 1—3 m hohe, isolierte Kuppen auftreten. Sie entstehen da, wo die Quelle ganz unten am Fuß des Hangs austritt oder wo die Quelle gar noch ein Stück in dem Gehängeschutt und den Abschlämmassen fortsickert, die sich am Fuß der Hänge so häufig finden. Sie entstehen ferner da, wo die Quelle in der Niederung selbst entspringt.

2. Lehnt sich das Quellmoor an einer Seite an die letzten quellenbringenden Ausläufer des Steilhanges an, so erhebt sich die Kuppe des Moors in der Regel nur wenig (etwa $^1/_2$—1 m) über den Ansatzpunkt, um aber auf der anderen Seite dann 3—5 m nach der Niederung abzusinken. Wir reden dann von *einseitigen Quellmoorkuppen* (Fig. 2). Bei

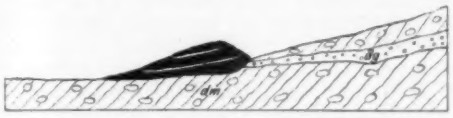


Fig. 2. Einseitige Quellmoorkuppe.

ihnen liegt der Quellaustritt nur wenig ($^1/_2$—2 m) über dem Niveau der angrenzenden Niederung. Es kommt zur Bildung einer winzigen Kuppe in der Nähe des Ansatzpunktes und zur Ablagerung eines sich allmählich nach der Ebene vorschiebenden und deutlich zu ihr herabsinkenden Hügels.

In beiden Fällen hebt sich das Quellmoor, zum mindesten von der Niederung aus gesehen, deutlich als Hügel aus der Landschaft heraus. Da nun die Quellmoore gewöhnlich schwammartig mit Wasser vollgesogen sind, so zeigen sie überdies eine von der Umgebung oft auffällig verschiedene Sumpfvegetation. Deshalb haben sie vielfach ihren eigenen landschaftlichen Charakter. Sehr bezeichnend sind für die Quellmoore auch die sich zur Niederung ziehenden, gewölbten Zungen.

3. Wenn die Quellen höher hinauf am Steilrand zutage treten, so schlämmt das nun stärkere Gefäll bedeutende Massen des wasserführenden Kieses und Sandes fort und schafft zunächst eine oft mehrere Meter tiefe, halbkreisförmige Eintiefung im Bergeshang. Inmitten dieser kesselartigen Einsenkung bildet sich dann gerade über dem Quellaustritt ein sanft gewölbter Quellmoorhügel, der nach der Niederung zu allmählich sich vergrößert und in dieser Richtung als flachgewölbter Abhang bis zur Ebene oder Talsohle dauernd sich hinabzieht. Wir haben einen dritten Typus vor uns: das *Kessel-Quellmoor* (Fig. 3), das mit seiner deutlich erkennbaren Nei-

Fig. 3. Kessel-Quellmoor.

gung und seiner flachen Aufwölbung unwillkürlich an einen Lavastrom erinnert, der sich aus einem halbgeöffneten Krater ergossen hat. Dieser Eindruck wird durch den zungenförmig zerlappten Rand des Moors nur noch verstärkt.

4. Das landschaftlich sehr auffällige Bild des Kessel-Quellmoors wird gerade in das Gegenteil verkehrt, wenn der Kessel zu stark ausgewaschen und eingetieft wird. Wird nämlich der Kessel durch beständiges starkes Fortschlämmen des unterirdischen Sandmaterials bis nahe auf die Talsohle oder bis zum Niveau der Niederung vertieft, so entsteht ein ganz unscheinbares, nur noch schwach gewölbtes oder ganz flaches Quellmoor: ein *Quellmoor-Sumpf* (Fig. 4). Da hier keine Neigung mehr vorhanden

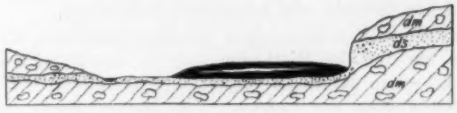


Fig. 4. Quellmoor-Sumpf.

ist, fehlen die charakteristischen Quellmoorzungen hier vollständig. Die Quellmoorsümpfe sind in der Regel von hohen Steilrändern umgeben, die bis auf den Grund der Ebene hinabreichen und nun als scharf eingeschnittene Buchten am Bergfuß in die Gehänge einspringen. Sie zeichnen sich durch Zahl und Stärke der ihnen entspringenden Quellen aus, denn wir haben bei ihnen ja stets ein Geländestück mit besonders kräftiger Erosion vor uns,

[1]) Sämtliche fünf Abbildungen sind Originale, die auf Grund der Hess v. Wichdorffschen Spezialprofile als „Typenprofile" gezeichnet wurden. *A. B.*

5. Die Erscheinungsweise der Quellmoorsümpfe erinnert an sich sehr an das ähnliche Auftreten der *Flächen-Quellmoore* (Fig. 5). Aber Quellmoor-

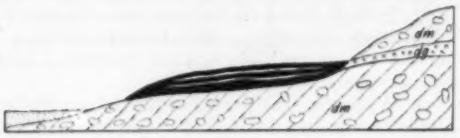


Fig. 5. Flächen-Quellmoor.

sümpfe haben stets eine mehr ovale, vom Gehänge abstrebende Verbreitung, während die Flächenquellmoore — die wir schon oben kurz charakterisierten — den Fuß der Gehänge in annähernd gleicher Breite begleiten. In zweifelhaften Fällen ist stets ein sicheres Unterscheidungsmerkmal das Vorhandensein oder Fehlen eines steilwandigen Kessels bzw. einer buchtartigen Einkerbung am Fuß des Hangs. Der Ausdruck „Flächen-Quellmoor" fehlt noch in der Arbeit *Heß v. Wichdorffs*. Er wurde erst jüngst in einem Vortrag dieses Forschers geprägt. Auch die Abbildung ist daher neu.

Bei den Mooren im gewöhnlichen Sinn ist — genau wie bei den stehenden Gewässern — das Charakteristische, daß sie stets die *tiefsten* Stellen des Geländes einnehmen. Bei den Quellmooren kann dies natürlich nie der Fall sein. Immer müssen wir von der Niederung oder vom Tal aus auf sie *hinauf*steigen, und auf der anderen Seite gelangen wir von ihnen, den Rand des Moores hinabsteigend, auf das hochgehende Gehänge, an das sie sich anlehnen. Untereinander aber sind die Quellmoore nach den Untersuchungen von *Heß v. Wichdorff*, wie wir sahen, recht verschiedenartig in ihrer äußeren Gestalt und in ihrem Auftreten. Aber in den Örtlichkeiten ihres Vorkommens und in ihrem inneren Bau sind sie andererseits durchaus gleichmäßig. Die Quellmoore bestehen im allgemeinen aus einer Wechselfolge von 1. hellen Bänken von erdigem, lockerem Kalktuff (Kalksinter) und 2. dunklen Schichten von humus- und kalktuffreichem Rietboden. Vielfach enthalten sie auch Einlagerungen von sandigem und tonigem Material, das die Quellen hineingeschwemmt haben. Bedeckt werden sie in der Regel von einer mehr oder minder starken Schicht von schwarzem Sumpftorf.

Die moormergelartigen Rietbodenschichten sind — wie dies der Rietboden stets so charakteristisch zeigt — in der Regel völlig von senkrechten Schilfrohrstengeln durchzogen. Sie kennzeichnen sich daher als Röhrichtboden. Reichlich führen sie Stubben und Stämme von Kiefern, Birken und namentlich Erlen sowie Haselnußfrüchte, so daß sie sich in Verbindung mit ihrem humosen Charakter als frühere Oberflächen der Quellmoore zu erkennen geben. Die Kalktuffschichten aber weisen darauf hin, daß sie Ablagerungen von *kalkreichen* Quellwassern sind.

Damit sind wir der Erklärung der Entstehung der Quellmoore auf die Spur gekommen. Zu ihrer Bildung gehören Quellen, die kalkhaltig sind. Aber in schnellfließendem Wasser würde es natürlich niemals zur Moorbildung und gleichzeitig zur Kalktuffausscheidung kommen. Die Quellen müssen sickernd austreten; dann befördern sie die Ansiedlung von Sumpfpflanzen, die ihrerseits wieder reichlich Kalk aus dem Wasser abscheiden. So sehen wir, daß die Bildung von Kalktuff mit der Bildung der Quellmoore untrennbar verknüpft ist. Aber die Untersuchungen von *Heß v. Wichdorff* reichen weiter. Er zeigt uns überdies, daß die einzelnen Schichten der Quellmoore — Kalktuff und Rietboden in Wechselfolge — verschiedene Wachstumsstadien darstellen. Die Quellen sind sehr beweglich und wechseln ihre Austrittsstellen sehr häufig; oder aber sie stagnieren eine Zeit lang. Bei der Verlegung oder bei zeitweiliger Stagnation der Quellen bildete sich jedesmal der Rietboden als neue Oberfläche des Quellmoors. Nehmen die Quellen wieder ihren alten Lauf, so geht die Trockenvegetation zugrunde, und neue erdige Kalktuffablagerungen setzen sich darüber ab. Solange ein Quellmoor noch lebt und weiter wächst, pflegen die Quellwässer bis ungefähr zur Oberfläche zu zirkulieren. Ein totes Quellmoor fällt zunächst der Versumpfung und dann der oberflächlichen Vertorfung anheim.

Auf dem lebenden Quellmoor trägt die dünne, schwarze Torfdecke die *heutige Vegetation*. Sie besteht vorwiegend aus hochwüchsigen, Bülten bildenden Riedgräsern, die den Quellmooren ein eigentümlich stacheliges Aussehen verleihen. Der Moorsteinbrech (Saxifraga hirculus) und die Bachkratzdistel (Cirsium rivulare) bevorzugen die Quellmoore als Standorte. Zwischen dem dichten Rasen der üppig gedeihenden, hochschießenden Seggen leben verschiedene Laub- und Lebermoose, unter denen Marchantia polymorpha bisweilen vorwaltet. Es ist ein sehr hygrophiler Pflanzenverein, der die Quellmoore bedeckt. Auch Erlenbäume und Haselsträucher wachsen nicht selten auf der Höhe und am Hange der Quellmoore, sofern sie nicht im Bereich von Wiesen gerodet sind.

Die Ausdehnung der Quellmoore ist zu gering, um ihnen eigentümliche Pflanzentypen zu erzeugen; biologisch ist die Vegetation derjenigen der nassen, sumpfigen Wiesen ihres Bezirkes recht ähnlich. Aber das frische Grün der Vegetation, das durch die Quellen den ganzen Sommer hindurch erzeugt wird, verleiht den Quellenmooren im Zusammenhang mit der markanten topographischen Erscheinung ihr eigenartiges, reizvolles Aussehen. Das Ganze gleicht einem vollgesogenen Schwamm, und nicht selten sind auf der Oberfläche kleine, fußlange Wassertümpel, die sogenannten Blänken. Häufig enthält die Torfschicht Erlenstubben, und manchmal treten eisenschüssige Lagen auf, wenn nämlich das kalkreiche Quellwasser zugleich eisenhaltig ist.

Was den Sitz und den Verlauf der *Quellen* angeht, so zeigen die Quellmoore nach *Heß v. Wichdorffs* Untersuchungen sowohl seitlichen Wasserzulauf als auch unmittelbar aus dem Untergrund aufsteigende Quellen. Ab und zu kann man im unterlagernden Geschiebemergel senkrechte Quelladern nachweisen.

Entsprechend der Verbreitung der Quellmoore ist ihr Untergrund häufig Geschiebemergel. Aber an manchen Stellen ruhen die Quellmoore auf alluvialem Seesand und Seekalk (Wiesenkalk), also auf ganz jungen Absätzen der heutigen Seebecken. Schon dies beweist deutlich das recht jugendliche Alter der Quellmoore, die demnach den jüngsten alluvialen Bildungen zuzurechnen sind.

Wer Quellmoore *untersuchen* will, muß bedenken, daß für diese Bildungen der Gehalt an erdigem, feinstengeligem Kalktuff charakteristisch ist. Deshalb versagt das übliche dünne Bohrgerät (der Ein- und der Zweimeterbohrer), weil es die nußgroßen Kalktuffbrocken beiseite schiebt und nur die feineren Kalktuffkörnchen faßt. Man bekommt also dann scheinbar nur Torf (Rietboden) in den Bohrer, kann aber die scharfen Kalktuffkörnchen durch Zerdrücken mit den Fingern ohne weiteres nachweisen. Aber außerdem bleibt die relativ schwache Torfschicht der Oberfläche im Bohrer haften, ohne von den wasserdurchtränkten, leicht mit dem Bohrer zu durchsinkenden, lockeren Kalktuffschichten verdrängt zu werden. Deshalb können allein Aufgrabungen sichere Ergebnisse über den inneren Aufbau dieser Gebilde liefern.

Aus der regelmäßig wiederkehrenden, typischen Wechsellagerung von hellen, erdigen Kalktuffbänken und dunklen, kalktuffreichen Rietbodenschichten (also von reinen Kalktuffbänken und humusreichen Zwischenlagen) ergeben sich also wichtige Schlüsse auf die einzelnen Phasen in der *Entstehung der Quellmoore*. Diese Schlüsse werden stark gestützt durch die bei den Grabungen in besonderen Horizonten gefundene Fauna (und zwar Konchylienfauna) und Flora. Die Wachstumszonen bzw. die Trockenstadien und deren Baum- und Strauchvegetation sind für den Bau der Quellmoore von großer Wichtigkeit.

Die in den einzelnen Schichten der Quellmoore enthaltene *Konchylienfauna* ist ziemlich artenarm. Dafür treten einzelne Arten jedoch lagenweise in sehr großer Individuenzahl auf. Die in den masurischen Quellmooren vorhandenen Binnenmollusken sind genauer untersucht worden. Sie umfassen 18 Arten Landschnecken, 5 Arten Süßwasserschnecken und 2 Arten Süßwassermuscheln und verteilen sich auf folgende Gattungen: Hyalina, Conulus, Zonitoides, Patula, Vallonia, *Helix*, Zua, *Clausilia, Succinea, Limnaea*, Pisidium, *Planorbis*. Sämtliche Formen kommen noch heute lebend in Ostpreußen vor. Also auch die Fauna macht den Eindruck ziemlich jugendlichen Alters, und man darf die Entstehung der Quellmoore mit Sicherheit in das Jungalluvium, in die Postlitorinazeit, versetzen. Die Süßwasserschnecken und Muscheln lebten in den kleinen Tümpeln und Quellteichen, die auf den Quellmooren, vorwiegend aber an ihrem Gehänge, sich zeitweise — namentlich in nassen Jahren — zu bilden pflegen.

Die *chemische Zusammensetzung* der Quellmoorschichten entspricht dem Aufbau und zeigt vorwiegend kohlensauren Kalk, der in den reineren Kalktuffbänken etwa 70—80 %, in den humusreicheren Rietbodenschichten gewöhnlich 40—70 % (gelegentlich in den schneckenreicheren Lagen mehr) beträgt. Der Humusgehalt ist ebenfalls nicht unbedeutend; er schwankt in der Regel zwischen 10 % und 35 %; selten geht er in ganz reinen Kalktuffbänken auf 3 % herunter. Außer dem kohlensauren Kalk findet sich stets noch ein Überschuß von Calciumoxyd, das nicht an Kohlensäure gebunden ist, aber vielleicht an Kieselsäure. Der Gehalt an Tonerde und Eisenoxyd schwankt zwischen 0,5 % und 5 %. Phosphorsäure ist in Spuren bis zu annähernd $^1/_2$ % enthalten, während der Stickstoff sich mit einem Gehalt von 0,1—1,1 Prozent am Aufbau der Quellmoore beteiligt. Die mechanischen Verunreinigungen durch die von den Quellen eingeschlämmten Sand- und Toneinlagerungen sind sehr unregelmäßig in den Schichten verteilt und finden sich infolge des zentralen Aufsteigens der Quellwasser meist in der Mitte der Quellmoore. Dementsprechend wechselt die Anteilnahme mechanischer Sedimente an der Zusammensetzung der Quellmoore zwischen $^1/_2$ % und beinah 20 %.

Was nun den Forschungen von Dr. *Hess von Wichdorff* noch eine ganz besondere Bedeutung verleiht, ist die *Anwendung* ihrer Ergebnisse *auf die älteren Kalktuffablagerungen*, auf die sogenannten Travertine. Quellmoore haben sich während der ganzen Quartärzeit gebildet. Aber die älteren Gebilde dieser Art haben den Quellmoorcharakter völlig verloren und kennzeichnen sich nur noch als Kalktuffablagerungen mit mehr oder minder zahlreichen humosen Zwischenschichten.

Besonders ausgedehnt und mächtig waren diese Ablagerungen zur Pleistozänzeit in Thüringen, wo kilometerlange und oft sehr mächtige (bis 16 m) Kalktuff- oder Travertinlager entstanden, die heute z. B. in der Gegend von Weimar, Ehringsdorf und Taubach und ferner von Langensalza, Burgtonna und Gräfentonna in umfangreichen Steinbrüchen abgebaut werden. Es sind dies ursprünglich Flächen-Quellmoore gewesen; sie knüpfen an Quellen an, die auf den Verwerfungen zwischen Muschelkalk und Keuper austreten. Ihre Natur als „Flächen-Quellmoore" erkennt man heute an ihrer das wasserführende Keupergehänge begleitenden Längsausdehnung und an der schwach geneigten, oft mißdeuteten terrassenartigen Oberfläche. Ihrem Aufbau und ihrer Entstehung nach unterscheiden sie sich in nichts von den heutigen Flächen-Quellmooren. *In der Tat bedeuten die Ausdrücke „Quellmoor", „Gehängemoor" durchaus nicht eine vorwiegende Moor- oder Torfbildung; vielmehr sind sie in der Hauptsache Kalktuffbildungen.*

Die Bildung dieser pleistozänen Thüringer Quellmoore erfolgte zu einer Zeit, als das Ilmtal bereits tief erodiert war, allerdings noch nicht bis zur heutigen Talstufe. Zwischen den festen Kalktuffbänken treten nun humose Zwischenschichten von moormergelartigem Charakter auf (sowohl bei Ehringsdorf wie auch bei Taubach), die den Rietbodenschichten der heutigen Quellmoore völlig analog sind. Auch sie verdanken zeitlich recht kurzen Stagnationsstadien in den Quellabsätzen ihre Entstehung; auch sie bildeten gewisse Zeit

die Oberfläche der zeitweise unterbrochenen Quellenabsätze. Wie bei den rezenten Quellenmooren die Baumflora auf ehemalige kurze Trockenstadien schließen läßt, so sind auch die Moormergelschichten der pleistozänen Travertine zu deuten. Sie führen massenhaft Holzkohle, angebrannte Tierknochen, Feuersteinspitzen und andere Geräte vorgeschichtlicher menschlicher Siedlungen. Also haben sie eine Zeitlang eine leidlich trockene, von den Vorzeitmenschen bewohnbare Erdoberfläche gebildet, ehe die Quellen später wieder neue, mächtige Kalktuffbänke darüber abgelagert haben. Treten aber mitten im reinen Kalktuff derartige schmale Bänke auf, so sind das von den Quellen eingeschwemmte Massen. (Dasselbe gilt für die ebenfalls unvermittelt mitten im reinen Kalktuff auftretenden faustgroßen Milchquarzgerölle und lokalen Geröllkonglomerat-Zonen.) Es ist also vollständig verfehlt, wenn manche Forscher für die Erklärung der Schichten mit Laub- und Nadelholzbeständen und des wechselnden Konchyliengehaltes Klimazonen oder Vegetationsstadien herangezogen haben.

Noch heute bilden sich Kalktuffe verhältnismäßig schnell und in zum Teil großer Mächtigkeit. Auch die pleistozänen Kalktufflager dürften sich daher ebenfalls in nicht erheblich langen Zeiträumen abgesetzt haben. Keinesfalls aber dürfte ihre Bildung in verschiedenen, weit auseinander liegenden Klimaperioden erfolgt sein. Die Trockenstadien sind nur ganz kurze Intervalle, die vielleicht nur Jahrzehnte umfassen.

Ihrer Natur als Flächenquellmoore gemäß ist die Oberfläche der pleistozänen Kalktufflager terrassenähnlich ausgebildet. Daraus hatte man bisher irrtümlicherweise gefolgert, daß diese Ablagerungen in Seebecken sich gebildet hätten. Demgegenüber weist *Hess v. Wichdorff* mit Recht auf die bekannte Beobachtung hin, daß *Kalktuff nur von Quellen abgesetzt* werden kann, während sich *in Seen Wiesenkalk bzw. Seekalk* ablagert. Kalktufflager sind also stets Ablagerungen von Quellmooren (Gehängemooren), d. h. von Quellen abgesetzt.

Die Anwendung der Ergebnisse auf ältere, vorpleistozäne Kalktuffablagerungen ist ohne weiteres gegeben. Nachdem schon früher in Südostthüringen im Oberrotliegenden sowie in der Gegend von Krakau vereinzelte Kalktuffvorkommen aufgefunden worden sind, ist es neuerdings Dr. *Haack* gelungen, im Rotliegenden Schlesiens in einem Eisenbahneinschnitt bei Schweinhaus unweit Bolkenhain im oberen Konglomerat des Rotliegenden typische Sinterkalke, also Travertine, aus dieser fernen Erdepoche nachzuweisen, die ebenso wie die jugendlichen Kalktuffablagerungen von Quellen abgesetzt worden sind. Das beweist ihre Sinterstruktur und ihr Gehalt an prächtigen Farnabdrücken, die ihr dyadisches Alter deutlich verraten.

So sind die Untersuchungen von Dr. *Hess v. Wichdorff* geeignet, als Grundlage für alle kommenden Forschungen über jüngere wie ältere Kalktuffablagerungen zu dienen. Sie sind gleichzeitig ein Schulbeispiel dafür, wie wichtig die sorgfältige Erforschung der noch heute vor unseren Augen stattfindenden geologischen Vorgänge für die Erklärung der Ablagerungen in älteren geologischen Formationen ist.

Zur Theorie der „Kristallokinese".

Von Privatdozent Dr. Richard Lachmann, Breslau.

Einer Anregung der Schriftleitung folgend, will ich versuchen, einige Gedankengänge des in Heft 12 gebrachten Vortrages über den Bau alpiner Gebirge aufzuhellen.

Was die Fragestellung der sogenannten Deckenlehre anlangt, so kann auf die Darstellung von *G. Steinmann:* Geologische Probleme des Alpengebirges in der *Zeitschr. d. D. Österr. Alpenvereins* 1906 verwiesen werden.

Die gegen die heutige Deckenlehre erhobenen Einwände noch weiter zu erörtern, scheint kein Bedürfnis vorzuliegen, und ebensowenig soll das Für und Wider der Schrumpfungstheorie und der isostatischen Theorie, als den Rahmen des Vortrages überschreitend, erwogen werden.

Bleibt noch eine erweiternde Klarlegung des neuen Begriffs der „Kristallokinese".

Es handelt sich hierbei im wesentlichen um die geologische Ausführung einer der Petrographie entnommenen Vorstellung.

Der Schweizer Geologe *Albert Heim* sprach zuerst 1878 die Ansicht aus, daß unter dem enormen Belastungsdruck von mehreren Kilometern überlagernden Gesteins selbst die härtesten Felsarten in einen Zustand der „latenten" Plastizität versetzt werden, weil in diesen Tiefen jedes Gestein weit über seine innere Festigkeit beansprucht sei und zur Bildung von Trennungen mit Bruch es an Raum fehle. Wenn nun die Gesteinsmassen in diesem Zustand von der gebirgsbildenden Faltungskraft erfaßt werden, so mache sich die bruchlose Umformung in derselben Weise geltend, wie beim Prägen von Münzen: die Plastizität der Gesteinskörper tritt aus der Latenz in Aktivität.

Sollte die Heimsche Theorie in ihrem vollen Umfang Geltung haben, so müßte man den Nachweis verlangen, daß sich nicht nur die Gesteine als Ganzes plastisch umgeformt haben, sondern daß sich diese Umformung im Sinne der Gesamtfaltung des Gesteins auch bei den einzelnen Gefügeelementen, namentlich bei den Mineralkörnern nachweisen läßt.

Diese Vorstellung ist an sich physikalisch unangreifbar, denn die Plastizität, oder die reziproke innere Reibung, wie sich *Tammann* einmal ausdrückte, ist eine den Kristallen eigentümliche Eigenschaft.

Die Heimsche Theorie hat sich aber petrographisch nicht bewahrheitet. Nur äußerst selten, so von *Milch*, sind deformierte Quarzkörner beschrieben worden, welche ihre Formänderung mit einiger Wahrscheinlichkeit gebirgsbildenden Kräften verdanken. Bei Untersuchung von vielen Hunderten von Faltungsstücken kristalliner

Schiefer aus den Tiroler Zentralalpen unter dem Mikroskop hat *Sander* nur „Anzeichen tektonoplastischen Gefüges" gefunden[1]).

Die kristallinen Schiefer der Zentralalpen sind nun z. T. sicher ursprünglich aus einzelnen Körnern zusammengesetzte Sedimente gewesen. Der Übergang in den Zustand der Kristallinität wird mit den veränderten physikalischen Umständen tiefer Erdversenkung (allseitiger Druck von mehreren Tausend Atmosphären und Temperatur von mehreren Hundert Grad) erklärt, Umstände, unter denen nicht nur Kalk, sondern auch Silikate in der allgegenwärtigen Gebirgsfeuchtigkeit eine erhöhte Löslichkeit besitzen.

Der Normalfall in kristallinen Gesteinen ist nun der, daß bei der Deformation die Kristalle in ihrer Form erhalten bleiben, daß also Deformation und Kristallisation gleichzeitig statthat, oder daß sogar die Umkristallisation die tektonische Relativbewegung (Faltung, Überschiebung) noch überdauert (*Sanders* Abbildungskristallisation).

Dieser Normalfall einer Relativbewegung kristalliner Gesteinsmassen unter Lösungsumsatz — wobei natürlich auch mechanisches Gleiten an den Glimmerblättchen der Schiefer stattgefunden hat — ist von mir mit dem Ausdruck „Kristallokinese" bezeichnet worden.

Der geschilderte Bewegungsvorgang beherrscht die gesamten Zentralalpen, und die mechanischen und räumlichen Widersprüche der heutigen Deckenlehre beruhen m. E. lediglich darauf, daß die beobachteten Störungen rein mechanisch nach Art von gefalteten Sandsteinen und Kalken ausgewertet worden sind, während kristallokinetische Massen ganz anderen Bewegungsgesetzen unterliegen.

Diese lassen sich auf kleinerem Raum an zwei anderen geologischen Phänomenen verfolgen, an Gletschern und an Salzstöcken. Bei Gletschern spielt die Schmelzung als Analogon der Lösung eine Rolle — an Stelle der Rekristallisation zeigt sich die Regelation —, beim Steinsalz kommt die Eigenschaft der Löslichkeit besonders deshalb anschaulich zur Geltung, weil es in geringen Erdtiefen unmittelbar von unlöslichem Nebengestein umgeben ist.

Wir beobachten nun, daß Eis- und Salzschichten die Fähigkeit zu einer *beliebig weitgehenden Faltung* und *Durchmischung* besitzen, *sobald sie dem Zwange einer neuen Raumanpassung* zwischen indifferenten (unlöslichen) Körpern *unterliegen*. Es zeigt sich ferner, daß die typischen Faltungsbilder in den Zentralalpen, die einer mechanischen Deutung so große Schwierigkeiten bereiten, eine bis ins kleinste gehende Ähnlichkeit mit den Deformationserscheinungen in Eis und Salz aufzuweisen haben.

Wenn also in diesen beiden Fällen eine Durchfaltung und Durchmischung bei ruhenden Widerlagern eintritt, so ist auch trotz der heftigen Faltung der Zentralalpen für die Nachbargebiete — z. B. Italien und Bayern — Ruhelage bei der Alpenbildung anzunehmen.

Einige Abbildungen mögen die Erscheinungen verdeutlichen:

1. Der Obersulzbachgletscher im Zillertal setzt sich aus fünf Teilströmen zusammen, welche sich konzentrisch nähern. Jeder Teilstrom muß dabei wegen der Konfiguration des einschließenden Firnbeckens seinen Querschnitt seitlich einengen, und *Crammer* hat nun beobachtet, daß dabei die Eisschichten, durch die sogenannten Blaublätter voneinander getrennt, die in der Fig. 1 wiedergegebenen Formänderungen erleiden.

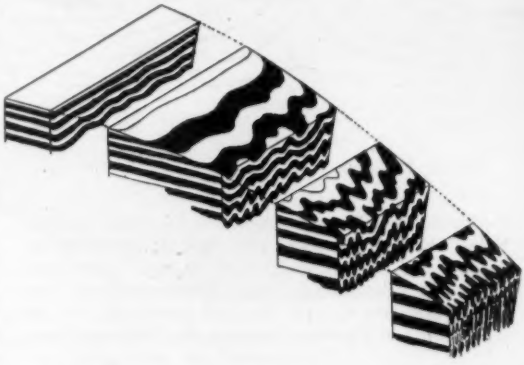


Fig. 1. Faltung im Obersulzbachgletscher (n. *Crammer*).

Es ist ersichtlich, daß die tatsächlich eingetretene seitliche Verkürzung belanglos ist gegenüber der Verfaltung und Ausziehung der einzelnen Eisschichten. Die Eiskristalle, welche die Gletscher zusammensetzen, gruppieren sich also bei einer Querschnittsänderung nicht derart, daß die einzelnen Eisschichten an Dicke zunehmen, sondern Falten mit senkrecht stehenden Achsen bilden, die, einmal angeregt, sich bis zur Ausbildung langgestreckter Eisschichtlamellen steigern.

2. Ein geschichteter Salzkörper, der in einem Salzstock wie in Fig. 2 aufsteigt[1]), erfährt ebenfalls keine einfache Dehnung der Schichten durch Zusammenrücken der — in der Regel nicht deformierten — Kristalle, sondern die Schichten ordnen sich in weit ausholende Falten, die auf den Grubenbildern der hannoverschen Kalibergwerke hervortreten. Fig. 3 gibt die Lagerungsverhältnisse des bei Celle gelegenen Bergwerks Riedel wieder (nach *Stille*). Die kristallokinetischen Salzmassen des Zechsteins haben hier inmitten horizontal lagernder und unlöslicher mesozoischer Schichttafeln, in denen keinerlei tektonische Schubkräfte nachweisbar sind, Faltungsformen angenommen, wie sie bis vor kurzem nur aus den Alpen bekannt waren.

[1]) Über Zusammenhänge zwischen Teilbewegung und Gefüge in Gesteinen. Tschermaks Mineralog. und petrograph. Mitteilungen XXX, 1911, S. 285.

[1]) Über die Ursache des Salzauftriebs vergleiche *Sv. Arrhenius* und *R. Lachmann*, Bildung der Salzlagerstätten. Geologische Rundschau Bd. III, 1912, S. 153.

3. Vergleichen wir nämlich mit dem Bild von Riedel ein schematisches Profil durch die Simplonalpen (Fig. 4), so ist die Ähnlichkeit überzeugend. Die linearen Größenverhältnisse sind allerdings wie etwa 1:30, aber die Amplitude der Salzfalten ist im Verhältnis zum Querschnitt der Salzstöcke gleich groß, wie die der Faltwellen des Simplons zum Querschnitt der Zentralalpen.

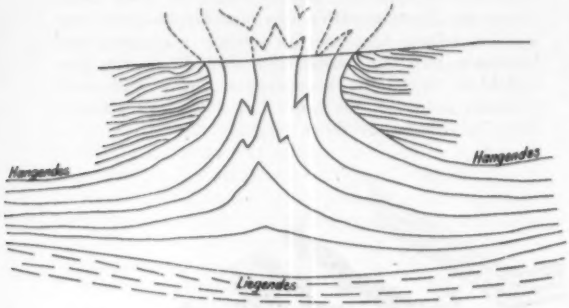


Fig. 2. Typus eines Salzstocks mit innerer Faltung. (n. *Posepny*).

Wenn also im norddeutschen Tiefland bei den Salzstöcken als erwiesen gilt, daß alpine Strukturformen ohne Lageveränderungen in den ungestörten und nicht kristallokinetischen Nachbargebieten entstehen könnten, so sind wir auch berechtigt, bei der vollkommenen Übereinstimmung der Deformationen

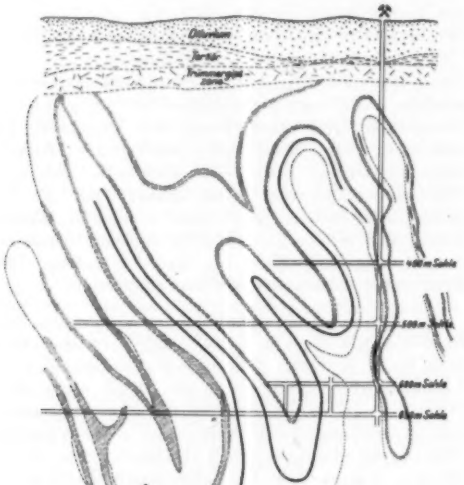
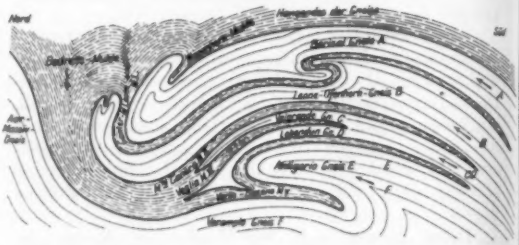


Fig. 3. Faltung der Kalilager in einem Salzstock bei Celle (n. *Stille*).

vom geologischen und petrographischen Standpunkt aus eine Gleichheit in den physikalischen Entstehungsbedingungen, namentlich eine Abwesenheit von regionaler Erdrindenfaltung bei den Alpen zu folgern.

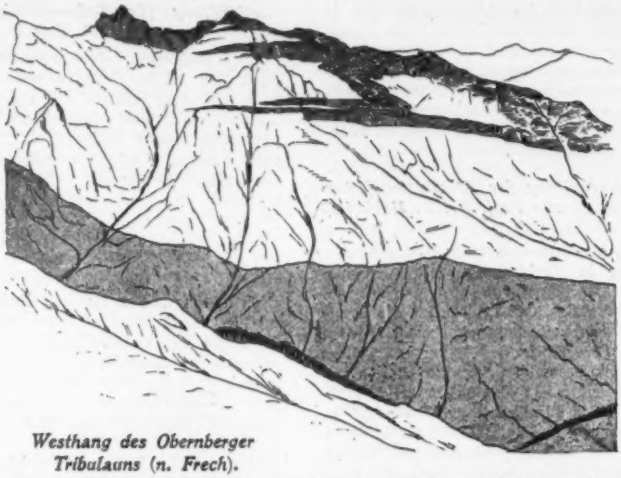
Im Salz wie in den kristallinen Alpen sind die vorgeführten Deformationen nur als Vorstufe für eine noch viel weitergehende Durchmischung anzusehen. In manchen Aufschlüssen im Salz liegen parallel geschichtete Lagen übereinander von häufig nur wenigen Zentimetern Dicke und auf viele Hundert Meter verfolgbar, Lagen, die ursprünglich, d. h. vor der kristallokinetischen Durchmischung, mehrere Hunderte von Metern vertikal voneinander entfernt gelegen haben. Ebenso wird aus den Tauern durch *Sander* und *Stark* von scheinbar ungestört gelagerten Schieferpartien berichtet, deren Komponenten in einem und demselben Handstück ursprünglich kilometerweit auseinander gelegenen Schichten entstammen müssen. Für beide Arten von Mischgesteinen ist die Erhaltung des kristallinen Gefüges und das Zurücktreten plastischer Deformationen bezeichnend.

4. Die Größe der alpinen Falten erlaubt nur selten den Nachweis, daß lokale Verschiebungen an der Grenze verschiedengradig löslicher Gesteine vorliegen. Das zickzackförmige Eingreifen des hochmetamorphen Glimmerkalks in den zuckerkörnigen und nur schwach umkristallisierten Dolomit am Westabhang des Obernberger Tribulauns (Fig. 5) verrät sich als eine solche lokale Diffusion aus dem


Nord
Süd
Hangendes der Gneise
Obernberg-Mulde
Basisal Kreide A
Lanze-Oberhorn-Kreide B
Wolfendorn-Kalk
Liebenfeld-Kreide W
Heiligwand-Kreide E
Wolfendorn-Kalk W
Wolfendorn-Kalk W
Wolfendorn-Kalk W

Mit der theoretisch-physikalischen Definition der geschilderten geologischen Vorgänge steht es noch sehr im argen. *Becke* hat die Entstehung der Kristallisationsschieferung an das Rieckesche Prinzip von der Deformation homogener Körper in Berührung mit ihrer gesättigten Lösung angeschlossen. Das ist aber schon deshalb unrichtig, weil die Rieckeschen Gleichungen[1]) sich auf einen adiabatischen Vorgang beziehen, während die geologischen Prozesse, die wir im Auge haben, isothermisch verlaufen.

Es wäre im Interesse der Geologie zu begrüßen, wenn durch die vorstehenden Zeilen eine Neubearbeitung des Problems von physikalischer Seite angeregt würde.



Westhang des Obernberger Tribulauns (n. Frech).

Fig. 5. Verzahnung zwischen hochmetamorphem Glimmerkalk (gestrichelt) und halbkristallinem Dolomit (weiß). Die Auflagerung des Dolomits auf Glimmerschiefer (grau) ist ungefaltet.

Besprechungen.

Über eine neue Methode der Bodendurchlüftung in ihrer wissenschaftlichen und praktischen Bedeutung für die Landwirtschaft. Von *M. Friedersdorff*, Halle a. d. S., kgl. Oberlandmesser (Referent), unter Mitwirkung von Univ.-Professor Dr. *P. Holdefleiß*, Halle a. d. S. und Dr. *B. Heinze*, Vorsteher der bakt. Abtg. d. agriculturchemischen Versuchsstation der Landw.-Kammer f. d. Prov. Sachsen in Halle a. d. S. (Sonderabdruck aus der landw. Presse 1912, Nr. 41/42, P. Parey, Berlin.)

In einer größeren Abhandlung und vorläufigen Mitteilung wird über eine *neue Methode der verstärkten Bodendurchlüftung* und über die bisherigen praktischen und wissenschaftlichen Ergebnisse derselben berichtet.

I. Entwicklung und allgemeine Besprechung der Methode von M. Friedersdorff (S. 1—17).

Durch mancherlei praktische Erfahrungen angeregt, wird vom Verf., zunächst in Verbindung mit Drainagen, statt der vorübergehenden Durchlüftung — durch den aufgelockerten Boden in den Draingräben — in geeigneter Weise eine ständige Durchlüftung des Bodens (durch Luftstränge und Luftröhren) angestrebt und erreicht. Nach der älteren Auffassung soll die Drainage, außer für Senkung des Grundwasserspiegels, auch für eine genügende, ev. sogar reichliche Durchlüftung des Bodens durch Luftzirkulation in den Röhren sorgen, während nach neuerer Auffassung die Luft hauptsächlich durch Senkung des (durch Niederschläge der Bodenoberfläche nähergebrachten) kapillaren Wasserspiegels in den Boden gesogen wird. Demgegenüber gelangte *Friedersdorff* auf Grund vielfacher Betrachtungen zu der Ansicht, daß bei allen gewöhnlichen Drainagen in den Röhren keine oder nur eine sehr geringfügige Luftbewegung stattfindet, daß nämlich nur in den untersten, kurzen Teilen der Röhren atmosphärische Luft einströmen und infolgedessen auch nur eine sehr geringe und ungenügende Durchlüftung des Bodens erfolgen kann. Bei der gewöhnlichen Drainage stehen alle Stränge nur einseitig mit der freien Außenluft in Verbindung, die Drains bilden also gewissermaßen Sackgassen, in welche jedenfalls nur wenig frische Luft gelangen und mit dem Boden in Berührung kommen kann. Die Luftzufuhr will nun *Friedersdorff* dadurch verstärken, daß er die Drains auch an ihren oberen Enden untereinander und durch einen am oberen Ende anzuordnenden Schacht mit der freien Luft verbindet. Auf solche Weise läßt sich zweifellos eine weit lebhaftere Luftbewegung, ein verstärkter Umlauf derselben erzielen. Dies geht schon aus allgemeinen Schlußfolgerungen, wie auch aus besonderen Beobachtungen von *Friedersdorff* jr. hervor. Wegen Einzelheiten über die Durchlüftungsanlagen und wegen der etwaigen kleineren und größeren Vorteile derselben muß auf die Originalabhandlungen verwiesen werden. Hier soll zunächst nur betont werden, daß bei einer stärkeren Zuführung von Luft auch in die tiefer gelegenen Bodenschichten die Wirkung der Drainage beträchtlich gesteigert und damit jedenfalls auch eine bessere Ausnützung der für die Pflanzenentwicklung wichtigen Stoffe erzielt werden kann. Bei diesem neuen Verfahren wurde tatsächlich auch schon wiederholt beobachtet, daß der Fruchtstand

[1]) Über das Gleichgewicht zwischen einem festen, homogen deformierten Körper und einer flüssigen Phase usw. Nachr. k. Gesellsch. d. Wiss. Göttingen, 1894. p. 278 ff.

auf den besonders durchlüfteten Teilen ein auffallend besserer war, als auf den drainierten, nicht besonders durchlüfteten Vergleichsstücken. Die von *Friedersdorff* jr. begonnenen Untersuchungen und Beobachtungen über Außentemperaturen und Bodentemperaturen, über Kohlensäuregehalt der Bodenluft und die etwaigen größeren Veränderungen bei verstärkter Luftzufuhr haben bereits einige interessante Ergebnisse geliefert und werden in verschiedenen Jahreszeiten fortgesetzt. Im übrigen sind in jüngster Zeit von *Friedersdorff* neben den schon seit mehreren Jahren eingerichteten Durchlüftungsanlagen in Verbindung mit Drainage einige weitere Anlagen ausgeführt bzw. in Angriff genommen. Auf Vorschlag des Ref. ist auch eine besondere Anlage auf nichtdrainagebedürftigem Boden in Angriff genommen worden, um die Wirkung einer verstärkten Luftzufuhr auch unter solchen Verhältnissen näher zu studieren und auf ihren ev. praktischen Nutzen hin zu prüfen.

II. Bodenkundliche Bearbeitung der Friedersdorffschen Bodendurchlüftungsmethode von Prof. Dr. P. Holdefleiß (S. 18—22).

Als *Friedersdorff* seine Gedanken über eine neue Art der Bodendurchlüftung in Verbindung mit den bisherigen, gewöhnlichen Drainagen vortrug, wurde ihm schon von *Holdefleiß* bestätigt, daß tatsächlich die Frage einer verstärkten Luftzufuhr in den Ackerboden für den ganzen Pflanzenbau von größter Bedeutung ist. Diese hält *Holdefleiß* für ganz besonders groß an Stellen, an welchen sich ein Bedürfnis nach Drainagen zeigt, d. h. also da, wo teils durch die Bindigkeit des Bodens, teils durch stauende Nässe (Grundwasser) die Luft in weitgehendem Maße von den nassen Schichten des Bodens abgehalten wird. Die Friedersdorffsche Methode wird näher erörtert und darauf hingewiesen, daß vor *Friedersdorff* schon *Petersen* mit der nach ihm benannten Wiesenbaumethode neben der Wasserabführung auch die Bodendurchlüftung und die damit verbundene Entsäuerung besonders im Auge gehabt hat. Das Petersensche System ist alsdann in geeigneter Weise von *Wichulla* zu verbessern gesucht worden. Nach Besprechung und Würdigung dieser beiden älteren Methoden durch *Holdefleiß* wird die Friedersdorffsche Methode ausdrücklich als neu gekennzeichnet: Bei diesem System ist die Hauptsache, daß die Luft in dem ganzen Drainrohrsystem mit der Oberflächenluft in Verbindung steht, sowohl nach oben, an den Enden einer Anzahl Saugdrains, wie auch nach unten, an den Ausflüssen der Sammeldrains. Nach den bisherigen Untersuchungen ist bei einem solchen System eine ständige Luftströmung und zwar bei warmem Wetter nach unten zu, bei kaltem Wetter nach oben zu vorhanden.

Zur näheren Prüfung des Friedersdorffschen Systems der Bodendurchlüftung wurden von *Holdefleiß* zunächst von Zeit zu Zeit wiederkehrende Bestimmungen des Gehaltes an organischer Substanz bzw. Glühverlustes, ev. des Humusgehaltes im Boden vorgeschlagen und ausgeführt. Neben der Bestimmung des „Glühverlustes" wurde nach einer neuen, näher beschriebenen Methode auch die gesamte Oxydationskraft bzw. Reduktionskraft des Bodens bestimmt. In der Zeit von ca. 7 Monaten nach Einrichtung der Anlage zeigte sich zunächst eine gleichmäßige deutliche Zunahme sowohl des Glühverlustes als auch der Oxydierfähigkeit. Nach diesem für den Anfang des Versuchs geltenden Ergebnis konnte ein Abbau der organischen Substanz (zumal in eventuell verstärktem Maße) noch nicht nachgewiesen werden. Die scheinbar eingetretene Zunahme dürfte nach *Holdefleiß* sich vielleicht damit erklären lassen, daß in dem vorher fast rein mineralischen Boden nach der Entwässerung, Durchlüftung und Erwärmung — im Einklange mit manchen Beobachtungen des Referenten — ein stärkeres organisches Leben, besonders der Kleinlebewesen, begonnen hat. Der erste Erfolg würde daher auch nach den Untersuchungen von *Holdefleiß* bei der neuen Methode zum mindesten darin bestehen, daß im Boden die organische Lebenstätigkeit, die sogenannte „*Gare*" des Bodens, erhöht, also der Charakter des Bodens als Oberkrume oder Ackerkrume verbessert wird. Die Untersuchungen werden in verschiedener Hinsicht fortgesetzt.

III. Die spezielle Bedeutung einer verstärkten Bodendurchlüftung für Bodenorganismen und Pflanzenbau von Dr. B. Heinze (S. 23—40).

Die Bedeutung einer verstärkten Bodendurchlüftung nach der Methode *Friedersdorff* liegt u. a. besonders auch auf dem Gebiete der Gärungschemie und Bodenbakteriologie. Bei dem zunächst noch kombinierten Drainage- und Bodendurchlüftungsverfahren werden nach unserer Ansicht manche Ergebnisse der neueren bodenbakteriologischen Forschung sich eventuell schneller und bequemer in die Praxis umsetzen lassen, als dies bisher möglich ist. Sowohl durch geeignete Düngung und Bearbeitung, als auch besonders durch Zufuhr und Erhaltung von Luft, Licht, Wärme und Feuchtigkeit werden gerade die landwirtschaftlich wichtigsten und wertvollen Bodenorganismen, im allgemeinen wenigstens, recht günstig beeinflußt. Besonders auch für die Entwicklung der freilebenden, stickstoffsammelnden *Azotobacterorganismen* (sowie für die spezifischen Leguminosenorganismen als Knöllchenbildner und Stickstoffsammler) wird man durch eine ausgiebige Bodendurchlüftung und häufige gute Bearbeitung am besten mit sorgen können und zugleich den Vorteil haben, daß der Boden in feuchten Klimaten physikalisch wesentlich verbessert und von Unkraut und sonstigen Schädlingen möglichst freigehalten wird. Bei dem dauernd steigenden Bedarfe der Landwirte an teuren künstlichen Stickstoffdüngern steht besonders die ganze Stickstoffrage naturgemäß im Vordergrunde des Interesses.

Eine Bodenimpfung mit den freilebenden, stickstoffsammelnden Azotobacterorganismen ist nach unseren bisherigen Erfahrungen im allgemeinen vollständig überflüssig, da diese sehr weit verbreitet sind. Sie können jedoch nur dann vollauf wirksam sein, wenn geeignete Entwicklungsbedingungen vorhanden sind oder geboten werden: Solche sind u. a. reichliche Mengen organischer Substanz — in Form von Zucker, Stärke, *Zellulose* (Holzfaser) der Wurzel- und Pflanzenreste (besonders die Ausnützung der Zellulose, auch der organischen Gründüngungsmassen wird durch kleine Stallmistgaben wesentlich gefördert) — ferner das Vorhandensein der nötigen Mineralstoffe und eine am besten neutrale oder schwachalkalische Reaktion des Bodens. Besonders günstig wirken also auch Kalkungen, ferner Humusstoffe, Phosphorsäure in geeigneter Form sowie ausreichende Feuchtigkeit und gute Durchlüftung.

Inwieweit nun manche der wichtigsten Bodenorganismen im stärker durchlüfteten Boden eventuell zahlreicher oder wirksamer vorkommen als in dem entsprechenden, nicht besonders durchlüfteten Feldstücke, konnte auf Grund der bisherigen Versuche noch nicht genauer festgestellt werden. Dazu bedarf es langjähriger Untersuchungen und Beobachtungen: Es hat aber den Anschein, als ob besonders die Gärungsorganismen in einem deutlich wirksameren Zustande in dem stärker durchlüfteten Boden vorhanden sind. Auch Salpeterbildner und Azotobacter als Stickstoffsammler scheinen neben anderen Bodenmikroben im stärker durchlüfteten Boden etwas zahlreicher, beziehungsweise wirksamer vorzukommen. Durch die bessere salpeterbildende Kraft

des stärker durchlüfteten Bodens läßt sich auch der beobachtete deutlich bessere Stand der Früchte im Jahre 1911 u. 1912 in Hayda (Südharz), wie auch bei den älteren Versuchen *Friedersdorffs* in Schlesien erklären.

Die verstärkte Bodendurchlüftung nach *Friedersdorff* dürfte neben der Sanierung von sumpfigen, schlechten, sauren Wiesen nach unserer Ansicht besonders für drainagebedürftige schwere Böden, sowie für Rieselfelderanlagen, die trotz guter Drainage sehr leicht verschlemmen, und eventuell auch für sonstige künstliche Bewässerungen (ohne Drainagen) wichtig und in ersteren Fällen ganz besonders angebracht sein. Eine gewisse Bedeutung wird die Friedersdorffsche Methode vielleicht auch in der Forstwirtschaft, u. a. bei der Anlage von Saat- und Pflanzkampen (als Dauerkampen) gewinnen können. Auf Feldern und Wiesen, in Weinbergen und in Gärten ist bekanntlich eine ausreichende Zufuhr von Luft beziehungsweise Sauerstoff unbedingt notwendig, wenn man eine möglichst gute Düngerzersetzung und damit weiterhin eine gesunde Ernährung der einzelnen Pflanzenkulturen erzielen will. Wir halten daher die verstärkte Durchlüftung des Bodens in Verbindung mit Drainage (nach *Friedersdorffs* neuer Methode) für aussichtsvoll und nutzbringend bei der Kultivierung von sumpfigen Ödländereien, besonders auch von Moorgebieten, ferner auch hygienisch und volkswirtschaftlich wichtig bei der Sanierung von malariaverseuchten Gegenden. Das Verfahren dürfte öfters auch ein gutes Vorbeugungsmittel gegen Pflanzenkrankheiten sein. — In manchen Fällen können schließlich zweifellos auch unsere wertvollsten organischen Dünger (Stallmist und Gründünger) dadurch weit besser ausgenützt werden. Möglicherweise werden sich aber nach weiteren Prüfungen der Methode späterhin mit derselben auch auf manchen *nicht drainagebedürftigen Böden* erhebliche praktische Erfolge erzielen lassen. —

Nach alldem ist eine *bessere Bodendurchlüftung* für unsere sämtlichen Kulturpflanzen jedenfalls einer der wichtigsten Faktoren, wenn dieselben freudig gedeihen sollen, und die neue Friedersdorffsche Methode wird uns in verschiedener Hinsicht oft sehr gute Dienste leisten können. Dies ist um so beachtenswerter, als der schon sehr bekannte allgemeine Wert einer ausreichenden Bodendurchlüftung auch von anderer Seite[1]) hervorgehoben wird.

Von der durch die neue Drainageform bewirkten verstärkten Durchlüftung, auch des Untergrundes, kann man für die Pflanzenerzeugung jedenfalls sehr viel erwarten. —

Die *Friedersdorffsche neue Methode* einer verstärkten Bodendurchlüftung soll und kann aber nicht nur bei Drainagen, sondern auch bei einzelnen anderen Böden zur besseren Bodendurchlüftung dienen. In diesen Fällen muß allerdings ihr praktischer Nutzen erst studiert werden. Wenn aber diese Methode auch noch verbesserungsbedürftig ist und die theoretischen Erwägungen *Friedersdorffs* von mancher Seite in der einen oder anderen Hinsicht Widerspruch erfahren mögen, so ist doch gerade ihr *praktischer Wert* einleuchtend und deutlich genug, um die hohe Bedeutung derselben besonders hervorzuheben, und zwar um so mehr, als bei ihrer Anwendung schon wiederholt augenscheinliche praktische Erfolge beobachtet werden konnten. Die große landeskulturelle Bedeutung einer stärkeren Bodendurchlüftung wird jetzt auch von anderen Autoren[2]) betont und würde nach diesen sogar die Aufwendung öffentlicher Mittel rechtfertigen. Bei den großen Hoffnungen, die man auf eine geeignete, verstärkte Bodendurchlüftung setzen kann, wäre es jedenfalls erwünscht, wenn auch noch von möglichst vielen anderen Seiten Versuchsanlagen eingerichtet würden, um Prüfungen unter den verschiedensten Bodenverhältnissen vornehmen zu können.

Heinze, Halle a. d. Saale.

[1]) Vgl. hierzu ev. *C. Krüger*, Über Durchlüftungsdrainage (D. landw. Presse, 1912, Nr. *53*).

[2]) a) Vgl. hierzu ev. *Mieran*, Durchlüftungsdrainagen (ein Beitrag zur Frage 1 über den Einbau von Entlüftungsdrainagen) (Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur im Deutschen Reiche, H. *1* vom 1. Jan. 1913). — b) Vgl. ebenda H. 2, 1913, Erörterungen von *Scholtz*. Ebenso von *C. Krüger*, s. oben. —

Astronomische Mitteilungen.

Eine astronomische Berechnung des Todesjahres von Jesus Christus ist neuerdings vom Pater *Emanuelli* ausgeführt worden. Die astronomische Rechnung basiert auf der bekannten Forderung, daß der Todestag als 15. Nisam auf einen *Freitag* fallen muß. Als maßgebend hierfür kämen die Jahre 30 oder 33 in Betracht, von denen jedoch das letztere aus historischen Gründen unwahrscheinlich ist. So bleibt mit ziemlicher Gewißheit das Jahr 30 übrig, das nach Ansicht von Pater *Emanuelli* als das richtige Todesjahr Christi anzusehen ist.

Von der chinesischen Sternwarte Zô-sé, nicht weit von Shanghai ist ein neuer Band von Beobachtungen erschienen, der sich hauptsächlich mit der Sonne beschäftigt. Eine große Reihe photographischer Aufnahmen von Sonnenflecken und Sonnenfackeln besonders aus der Periode 1905—1910 wird mitgeteilt, und ferner werden besondere Untersuchungen über die Figur und den Durchmesser der Sonne durchgeführt. Am Schluß des neuen Bandes der Annalen jener chinesischen Sternwarte gelangen auch Messungen am Saturn und an Doppelsternen zur Diskussion.

Ueber die Beziehungen zwischen den Schwankungen der Erdachse und den periodischen Änderungen der klimatischen Elemente liegen interessante Untersuchungen von *Fujiwhara* in der Zeitschrift der japanischen meteorologischen Gesellschaft vor, über die im Anschluß an die Mitteilungen im neuesten Heft der *Meteorologischen Zeitschrift* (Mai 1913) kurz berichtet sei. Nach *Fujiwhara* soll eine deutliche Beziehung zwischen den Schwankungen der geographischen Breite und den Bewegungen in der Erdatmosphäre bestehen, was eigentlich bei der Kleinheit jener von Bewegungen der Erdachse im Erdkörper herrührenden Schwankungen der Pole (im Maximum rund 16 m) nicht sehr wahrscheinlich erscheint. *Fujiwhara* macht aber darauf aufmerksam, daß auch in den rhythmischen Schwankungen der Meeresspiegel in Amerika und Holland sich nach dem englischen Astronomen *Christie* und nach dem holländischen Astronomen *Bakhuyzen* deutliche Beziehungen zu der in etwa 14 Monaten ablaufenden Breitenschwankung zeigten, so daß jene allerdings minimalen Gezeiten als sogenannte „Breitenänderungsgezeiten" bezeichnet worden sind. Ähnlich, nur noch deutlicher ausgesprochen, sollen auch z. B. die Amplituden des Hochdruckgebiets über Sibirien verlaufen. Jedenfalls bedarf diese Frage einer Beziehung zwischen Breitenänderungen und klimatischen Schwankungen erst noch weiterer gründlicher Untersuchung, ehe auch nur eine erste Lösung dafür als gefunden betrachtet werden kann.

Gewitterbildung in ihrer Beziehung zu den Stellungen des Mondes, also auch eine meteorologisch-astronomische Frage, behandelt *F. Schuster* in der *Meteorologischen Zeitschrift* (Maiheft 1913). Anknüpfend an die im *Hannschen* Lehrbuch der Meteorologie aufgestellte Behauptung, daß der Mondeinfluß auf Gewitterbildung vielfach angenommen werde, diskutiert *F. Schuster* ein großes Beobachtungsmaterial aus Baden, Österreich,

Frankreich, Algier, Kongo, Ostafrika, Togo und Tananariva, also aus gemäßigten und tropischen Zonen, und kommt zu dem Ergebnis, daß insbesondere bei den beiden Wendestellungen des Mondes (größte nördliche und größte südliche Deklination oder Distanz vom Himmelsäquator) die gewitterfördernde Kraft unseres Satelliten sich nachweisen läßt. Die Hauptergebnisse dieser jedenfalls beachtenswerten Untersuchungen faßt *F. Schuster* am Schluß seiner Arbeit folgendermaßen zusammen: 1. Sonne und Mond beeinflussen gemeinsam die Gewitterbildung so, daß bei zunehmender Sonnenwirkung die Mondwirkung abnimmt. 2. Unter den verschiedenen Mondstellungen hat in der gemäßigten nördlichen Erdzone die nördliche Mondwende (größter nördlicher Abstand des Mondes vom Himmelsäquator) entschieden auch die größte gewitterfördernde Kraft, während in den Tropen sich dieser Einfluß des Mondes auf die nördliche wie südliche Wende unseres Trabanten nahezu gleichmäßig verteilt.

Über die Stellung der Marsachse zur Bahnebene jenes der Erde in mancher Hinsicht so ähnlichen Planeten haben die amerikanischen Astronomen *Lowell* und *Slipher* wichtige Untersuchungen durch systematische Messungen an den Polarzonen auf dem Mars angestellt. Aus langjährigen Beobachtungsreihen ergibt sich als wahrscheinlichster Wert für die Neigung der Marsachse zur Marsbahn der Betrag von 23,°5, also fast genau die auch für die Erde geltende „Schiefe der Ekliptik". Daraus folgt, daß auf dem Planeten Mars die Verteilung der klimatischen Zonen und der Wechsel der Jahreszeiten fast genau wie bei uns verläuft, nur dauern die Marsjahreszeiten fast noch einmal so lange wie die irdischen, da die Umlaufszeit jenes Planeten um die Sonne entsprechend länger ist als diejenige unserer Erde.

Neue Entdeckungen: Ein neuer *kleiner Planet* 1913 RN ist auf der Königsstuhl-Sternwarte bei Heidelberg von dem Astronomen *F. Kaiser* auf photographischem Wege entdeckt worden. Der neue Planetoid ist von der dreizehnten Größenklasse. Ein *neuer veränderlicher Stern* 14/1913 Comae Berenices konnte auf 16 photographischen Platten an der Moskauer Sternwarte entdeckt werden. Seine Helligkeit schwankt zwischen der 10. und 13. Größenklasse und die Periode seines Lichtwechsels, die noch nicht ganz sicher festgestellt werden konnte, scheint ziemlich lang zu sein. *A. Marcuse.*

Kleine Mitteilungen.

Holzfärbung an lebenden Bäumen. Schon vor mehreren Jahren wurde eine neue eigenartige Methode zur Verfärbung von Hölzern gefunden, die sich viel enger an natürliche Vorgänge anschließt, als die üblichen Beizverfahren und die die Erzeugung von Altersfarben durch die ganze Holzmasse hindurch ermöglichte. Bei gerbstoffhaltigen Hölzern werden hierbei die schönsten Effekte erzielt, und Eichenholz läßt sich so unter gewissen Voraussetzungen bis zum tiefen Schwarz verfärben, so daß es in seiner Wirkung in keiner Weise der sog. Moor- oder Wassereiche nachsteht. Von einer willkürlichen Beeinflussung des Farbentones konnte allerdings bei diesem Verfahren nicht die Rede sein, denn die Bestandteile des Holzes sind an der Verfärbung in hohem Maße beteiligt, so daß gerbstoffhaltige Hölzer ganz andere Wirkungen geben als gerbstoffreie und ebenso harzhaltige Hölzer anders reagieren als harzfreie.

Diese Tatsachen legen die Frage nahe, ob es nicht möglich ist, die Bestandteile der verschiedenen Hölzer bereits im *lebenden Zustande* in gewissem Sinne zu verändern oder zu beeinflussen. Es handelt sich dabei nicht darum, etwa mit der Natur in Wettbewerb zu treten und allerhand buntfarbige Hölzer zu erzeugen, vielmehr wäre zu versuchen, dem Baume im lebenden Zustand Stoffe einzuverleiben, die hinterher durch eine geeignete Behandlung am geschnittenen Holze diesem durch die Masse einen typischen Holzton verleihen. Wenn es z. B. gelänge, gerbstoffreien Hölzern, wie Birke und Ahorn, im lebenden Zustande eine Lösung von Tannin einzuverleiben, so wäre es hinterher ein leichtes, durch Behandlung mit Ammoniak unter Druck diesen Hölzern einen ähnlich dunklen Farbenton zu geben, wie dies bei der stark gerbstoffhaltigen Eiche heute ohne weiteres gelingt. Es ist interessant, daß bereits in einem englischen Patent vom Jahre 1839 der natürliche Saftauftrieb zur Imprägnierung des Holzes mit bestimmten Lösungen nutzbar gemacht werden sollte. Auch in den folgenden Jahren wurden dahin zielende Versuche angestellt, so z. B. von *Boucherie*, jedoch mit geringem Erfolge.

Neuerdings wurden von *Dr. Kleinstück* interessante Versuche in dieser Richtung angestellt, über die er in der *„Zeitschrift für angewandte Chemie"* 1913, S. 239, berichtet. Er fand, daß man zur Imprägnierung des Holzes mit bestimmten Stoffen am besten den Stamm nicht nur anbohrt, sondern die Bohrung durch die ganze Breite des Stammes fortsetzt. Das eine Ende dieses Kanals wird dann mit einem Kork verschlossen, während am anderen Ende mittels eines Zuleitungsrohres die Imprägnierungsflüssigkeit aus einem Behälter zugeführt wird. Bei größeren Bäumen wird ein ganzes System von Bohrungen hergestellt. Bei den Versuchen wurden zunächst Anilinfarbstoffe angewandt, die gut diffundieren müssen und ferner wasserlöslich und lichtecht sein müssen. So wurden mit Malachitgrün und Methylenblau bei Birken vollkommen gleichmäßige und einheitliche Färbungen erhalten, während durch Eosin das Holz nur rot geadert wurde. Weiter wurden solche Stoffe angewandt, die mit dem Lignin des Holzes typische Farbreaktionen geben, wie z. B. salzsaures Anilin und Paraphenylendiamin. Bei Anwendung einer einprozentigen Lösung des erstgenannten Salzes wurde so eine Birke bereits über Nacht durch und durch verfärbt und nach einigen Tagen hatte sich der dunkle Schimmer der Blätter so vertieft, daß der Baum aus der Ferne einer Blutbuche glich. Die Aufnahmefähigkeit ist sehr groß, so nahm z. B. eine Kiefer in zwei Tagen etwa 10 Liter Salzlösung auf. In dritter Reihe wurden mit solchen Stoffen Versuche angestellt, die wie Tannin durch eine nachfolgende Behandlung am geschnittenen Holz einen bestimmten Farbton hervorrufen. Es wurde schließlich auch die Anwendung von künstlichem Druck von außen versucht; hierbei wurden jedoch keine günstigen Resultate erzielt. *S.*

Zu der früher bereits erwähnten großen **atmosphärischen Störung** des Jahres 1912 bemerkt *J. Maurer*, daß nach brieflichen Mitteilungen des Direktors des Athener Observatoriums *Eginitis* in Griechenland bereits am 7. April, also zwei Monate vor den gewaltigen Ausbrüchen des Vulkans Katmai auf Alaska eine starke atmosphärische Trübung beobachtet worden sei. Diese Trübung konnte bei der herrlichen Klarheit des attischen Himmels deutlich wahrgenommen werden und erfuhr erst eine Abschwächung gegen Ende des Monats Mai, um am 17. Juni sich von neuem zu verstärken. Hiernach hat die Erscheinung zwei deutlich getrennte Hauptphasen gezeigt, von denen die erste bis jetzt noch keine zureichende Erklärung gefunden hat. *(Meteor. Z. 30,* 182, 1913.) *Mk.*

Für die Redaktion verantwortlich: *Dr. Arnold Berliner*, Berlin W. 9.